



B **STUK-B-YTO 250** / LOKAKUU 2006

SÄTEILY- JA YDINTURVALLISUUS

Neljännesvuosiraportti 2/2006

Erja Kainulainen (toim.)

SÄTEILY- JA YDINTURVALLISUUS

Neljännesvuosiraportti 2/2006

Erja Kainulainen (toim.)

ISBN 952-478-175-1 (nid.) Dark Oy, Vantaa 2006
ISBN 952-478-176-X (pdf)
ISBN 952-478-177-8 (html)
ISSN 0781-2884

KAINULAINEN Erja (toim.). Säteily- ja ydinturvallisuus. Neljännesvuosiraportti 2/2006. STUK-B-YTO 250. Helsinki 2006. 29 s. + liitteet 2 s.

Avainsanat: painevesireaktori, kiehutusvesireaktori, ydinvoimalaitosten käyttökokemukset, ydinjätehuolto, ydinmateriaalit, valmiustoiminta, lähialueyhteistyö, säteilyn käyttö, ympäristön säteilyvalvonta

Tiivistelmä

Raportissa esitetään tietoja STUKin toimialalla yleistä mielenkiintoa herättäneistä säteily- ja ydinturvallisuuden tapahtumista vuoden 2006 toiselta neljännekseltä. Raportissa kerrotaan Suomen ja sen lähialueiden ydinlaitosten käytöstä sekä turvallisuuteen vaikuttaneista tapahtumista ja Suomen uuden ydinvoimalaitoshankkeen etenemisestä ja hankkeeseen kohdistuneista STUKin valvontatoimista. Lisäksi raportoidaan ydinjätehuollon ja ydinmateriaalivalvonnan tapahtumista. Teollisuuden ja terveydenhuollon säteilyn käytön sekä ionisoimattoman säteilyn käytön osalta esitetään STUKin valvontatoiminnan tapahtumia ja kerrotaan poikkeavista tapahtumista säteilyn käytössä. Raporttiin on koottu yhteenvedot STUKissa tehtävän ympäristön säteilyvalvonnan tuloksista, valmiustoiminnan tapahtumista ja STUKissa valmistuneista tutkimuksista toiselta vuosineljännekseltä.

Loviisa 1 ja 2 olivat tuotantokäytössä koko vuosineljänneksen. Olkiluoto 1:llä ja Olkiluoto 2:lla oli vuosihuoltoseisokit. Olkiluoto 1:llä oli lyhyt tuotantokatkos pikasulkujärjestelmän toiminnan testauksen vuoksi. Muun osan vuosineljänneksestä laitosyksiköt olivat tuotantokäytössä. Laitosyksiköillä vuosineljänneksen aikana sattuneilla tapahtumilla ei ollut merkitystä ydin- eikä säteilyturvallisuuden kannalta. Olkiluoto 3:n rakentamisessa merkittävin työ toisella neljänneksellä oli suojarakennuksen teräsvuorauksen alimman osan asentaminen.

STUK teki ydinmateriaaleja koskevat tarkastukset sekä Olkiluodon että Loviisan voimalaitoksilla IAEA:n ja komission (Euratom) tarkastusten yhteydessä.

Suomen ydinjätehuollon järjestelyt arvioitiin hyviksi toukokuussa Wienissä pidetyssä kansainvälisessä ydinjätteitä koskevassa tarkastelukokouksessa.

Vuosineljänneksellä STUKin tietoon tuli viisi poikkeavaa tapahtumaa ionisoivan säteilyn käytössä ja radioaktiivisten aineiden kuljetuksissa. Tapahtumista yksi koski säteilyn käyttöä terveydenhuollossa, kaksi säteilyn käyttöä teollisuudessa ja kaksi liittyi radioaktiivisten aineiden kuljetukseen. Tapahtumista mikään ei johtanut vakaviin seurauksiin.

Vuoden 2006 toisella neljänneksellä ei ollut yhtään tilannetta, jossa olisi ollut aihetta ryhtyä erityistoimiin väestön tai ympäristön suojelemiseksi. Säteilytilanne Suomessa oli normaali koko vuosineljänneksen ajan.

Leningradin ja Kuolan ydinvoimalaitosten tapahtumista mikään ei vaarantanut laitosyksiköiden turvallisuutta.

Sisällysluettelo

TIIVISTELMÄ	3
1 JOHDANTO	5
2 SUOMEN YDINVOIMALAITOKSET	6
2.1 Loviisa 1 ja 2	6
2.1.1 Käyttö ja käyttötapahtumat	6
2.2 Olkiluoto 1 ja 2	8
2.2.1 Käyttö ja käyttötapahtumat	8
2.2.2 Turvallisuutta parantavat muutokset	11
2.3 Olkiluoto 3	12
3 YDINJÄTEHUOLTO	14
4 YDINMATERIAALIVALVONTA	15
5 SÄTEILYN KÄYTTÖ	16
5.1 Ionisoiva säteily	16
5.2 Ionisoimaton säteily	18
6 VALTAKUNNALLINEN YMPÄRISTÖN SÄTEILYVALVONTA	19
6.1 Ulkoinen säteily	19
6.2 Ilman radioaktiivisuus	20
6.3 Poikkeavat säteilyhavainnot	20
7 STUKIN VALMIUSTOIMINTA	21
7.1 Yhteydenotot STUKin päivystäjään	21
7.2 Poikkeavat tapahtumat ulkomailla	21
7.3 Muut merkittävät valmiustoimintaan liittyvät asiat	22
8 TUTKIMUS	23
8.1 Valmistuneet hankkeet	23
8.2 Ilmestyneet artikkelit ja raportit	27
9 LÄHIALUEEN YDINVOIMALAITOKSET	28
LIITE 1 YLEISTIEDOT SUOMEN YDINVOIMALAITOKSISTA	30
LIITE 2 VALTAKUNNALLINEN YMPÄRISTÖN SÄTEILYVALVONTA STUKissa	31

1 Johdanto

Säteilyturvakeskus (STUK) on turvallisuusviranomaisen, joka valvoo säteilytoiminnan ja ydinenergian käytön turvallisuutta. STUK huolehtii myös turva- ja valmiusjärjestelyjen valvonnasta sekä ydinaseiden leviämisen estämiseksi tarpeellisesta ydinenergian käytön valvonnasta. Turvallisuusvalvonnan ja valmiustoiminnan tueksi sekä säteilyn terveyshaittoja ja luonnonsäteilyä koskevan uuden tiedon tuottamiseksi STUK harjoittaa alansa tutkimustoimintaa. STUK tuottaa lisäksi alansa mittaus- ja asiantuntijapalveluja. STUKin toiminta-ajatuksena on ihmisten, yhteiskunnan, ympäristön ja tulevien sukupolvien suojeleminen säteilyn haitallisilta vaikutuksilta.

STUK julkaisee neljännesvuosittain raportin, jossa kuvataan Suomen ja sen lähialueiden ydinlaitosten tapahtumia. Lisäksi raportissa esitetään Suomen ydinjätehuoltoa ja ydinmateriaalivalvontaa koskevia asioita ja kerrotaan ionisoivan ja ionisoimattoman säteilyn käyttöön liittyvistä tapahtumista ja STUKin valvontatoimista. Raportti sisältää yhteenvedot STUKin valmiustoiminnasta, valtakunnallisen ympäristön säteilyvalvonnan tuloksista ja vuosineljänneksellä valmistuneista STUKin tutkimushankkeista.

Raportti perustuu STUKin valvontatoimintaansa, valmiustehtävässään sekä lähialueyhteistyön koordinoinnissa saamiin tietoihin ja tekemiin havaintoihin.

2 Suomen ydinvoimalaitokset

*Tapani Eurasto, Jarmo Konsi, Pauli Kopiloff, Tomi Koskiniemi, Riku Mattila,
Soile Metso, Janne Nevalainen, Veli Riihiluoma, Suvi Ristonmaa, Heimo Takala,
Olli Takala, Petteri Tiippana, Kirsti Tossavainen*

2.1 Loviisa 1 ja 2

2.1.1 Käyttö ja käyttötapaukset

Loviisan kummatkin laitosesiköt olivat tuotanto-käytössä koko vuosineljänneksen. Loviisa 1:n energiakäyttökerroin vuosineljänneksellä oli 101,6 % ja Loviisa 2:n 101,8 %. Energiakäyttökerroin kuvaa tuotetun sähköenergian suhdetta energiaan, joka olisi voitu tuottaa, jos laitosesikkö olisi toiminut koko tarkasteluajan nimellisteholla. Tuotetun sähköenergian määrä riippuu myös turbiinille johdetun höyryn lauhduttamiseen käytetyn meriveden lämpötilasta. Mitä kylmempää merivesi on, sitä suurempi teho turbiinista saadaan. Tällöin energiakäyttökerroin voi ylittää arvon 100 %. Laitosesiköiden reaktoreiden suurin sallittu lämpöteho on määritelty laitosesiköiden käyttöluvis-sa. Sähköntuotantoa kuvaavat diagrammit esite-tään kuvissa 1 ja 2.

Lauhduksen aktiivisuusmittauksen epäkuntoisuus ja höyrytimen ulospuhalluksen aktiivisuusmittauksen yhtäaikainen kalibrointi Loviisa 2:lla

Turbiinin lauhduksen jatkuvan radioaktiivisuusmittauksen näytevirtaus todettiin riittämätömäksi perjantaina 2.6.2006. Vian korjaamisesta tehtiin työtilaus ja kyseisen mittauksen näytteen-ottopumpun kalvot vaihdettiin samana päivänä. Korjaustyön jälkeen pumpun koekäytössä todettiin, että mittaus ei tullut kuntoon, jolloin pumpun korjausta päätettiin jatkaa seuraavana maa-

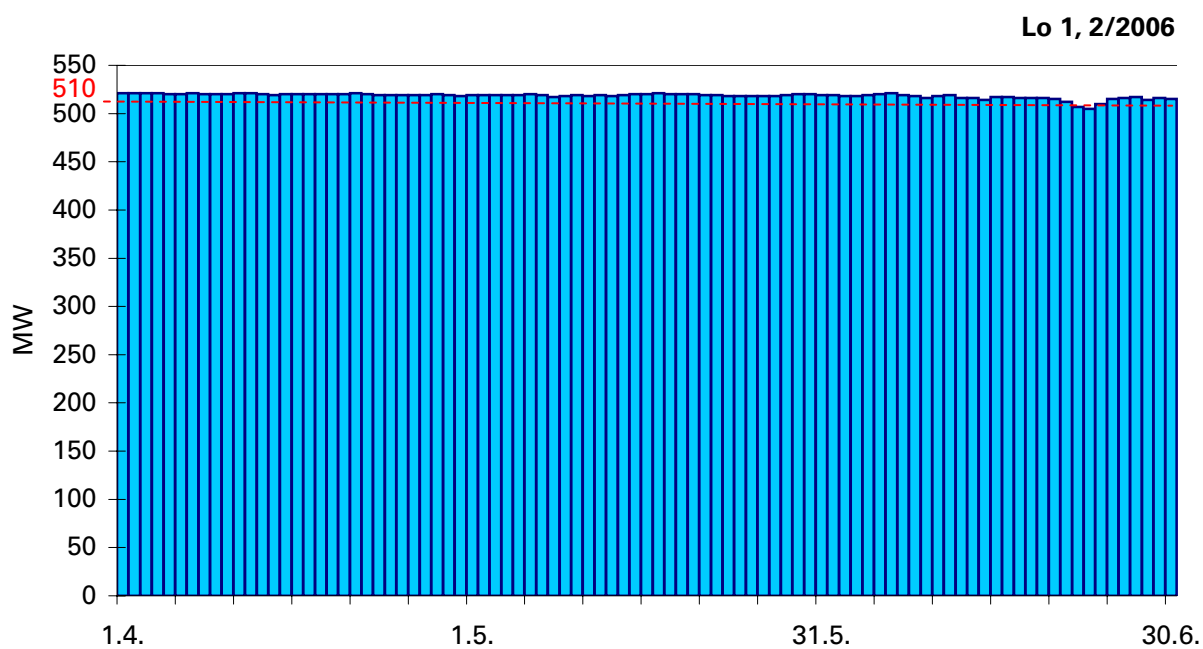
nantaina. Lauhduttimen aktiivisuusmittauksia on kaksi. Niiden tehtävänä on mm. havaita höyrystymisissä mahdollisesti tapahtuva primääri- ja sekundääripiirin välinen pieni vuoto.

Maanantaina yövuoron vuoropäällikkö antoi luvan pumpun korjaustyölle ja aamulla työnjohtaja kuittasi työn aloitetuksi. Työssä on turvallisuusteknisten käyttöehtojen suoritusehtoina, että höyrytimien ulospuhallusmonitorien tulee olla kunnossa.

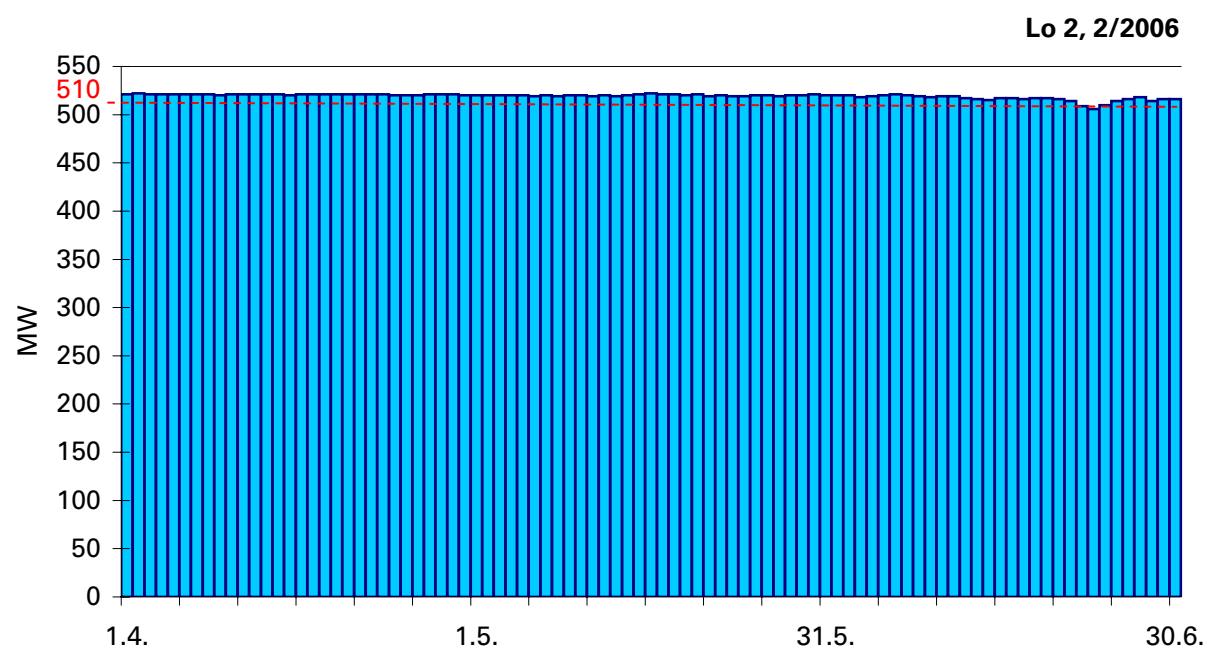
Aamuvuoron vuoropäällikkö antoi luvan höyrytimien ulospuhalluksen aktiivisuusmonitorin 24 viikon välein tehtävälle kalibrointityölle. Noin tunnin kuluttua tämän luvan myöntämisestä vuoropäällikkö huomasi, että yksi lauhduksen aktiivisuusmittaus oli yhä epäkunnossa. Höyrytimien ulospuhalluksen aktiivisuusmonitorin kalibrointi oli tuolloin jo tehty ja mittauksia oltiin käyttöönottamassa.

Laitos oli lauhduksen aktiivisuusmittauksen vian ja höyrytimen ulospuhallusmonitorin kalibrointityön aiheuttaman samanaikaisen laitteiden epäkäytettävyyden vuoksi turvallisuusteknisten käyttöehtojen vastaisessa tilassa noin kahden tunnin ajan. Sekundääripiirin radioaktiivisuutta valvoivat muut aktiivisuusmittaukset olivat toiminnassa. Epäkäytettävyyss aikana laitokselta ei tapahtunut poikkeuksellisia päästöjä ympäristöön.

Fortum selvitti tapahtuman syyt ja esitti sen toistumisen estämiseksi tehtävät korjaavat toimenpiteet tapahtumasta laaditussa erikoisraportissa.



Kuva 1. Loviisa 1:n keskimääräinen vuorokautinen bruttosähköteho huhti-kesäkuussa 2006.



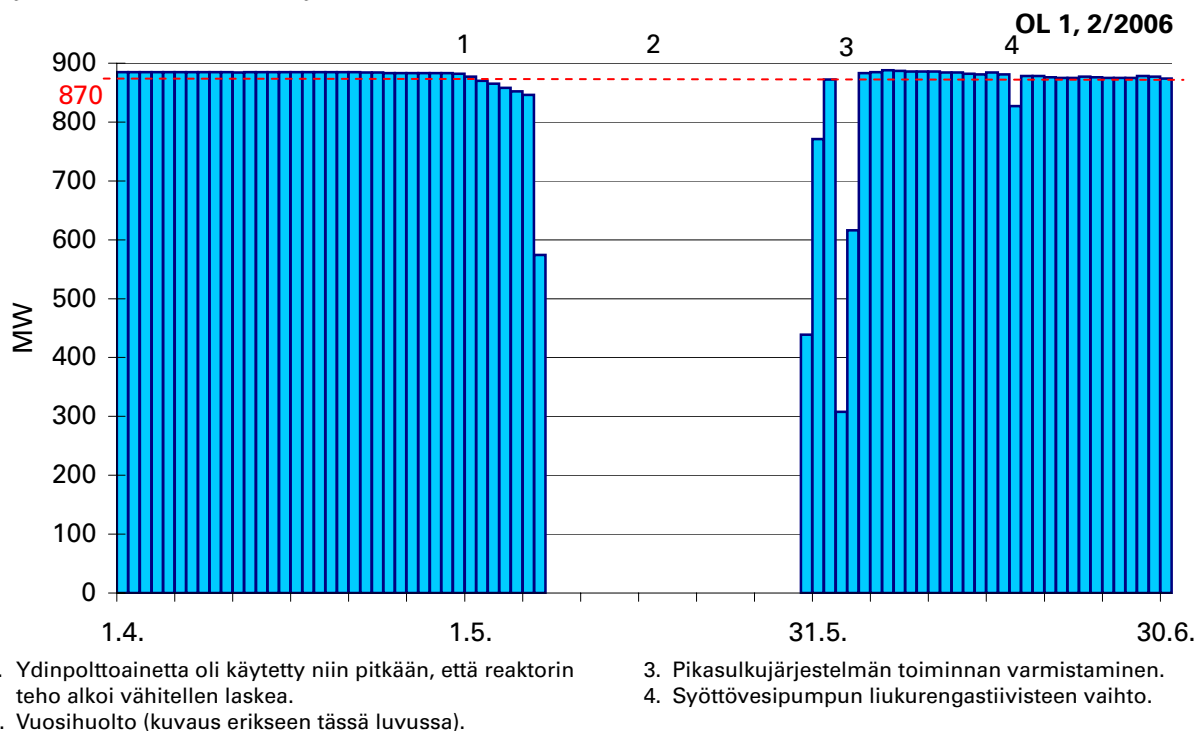
Kuva 2. Loviisa 2:n keskimääräinen vuorokautinen bruttosähköteho huhti-kesäkuussa 2006.

2.2 Olkiluoto 1 ja 2

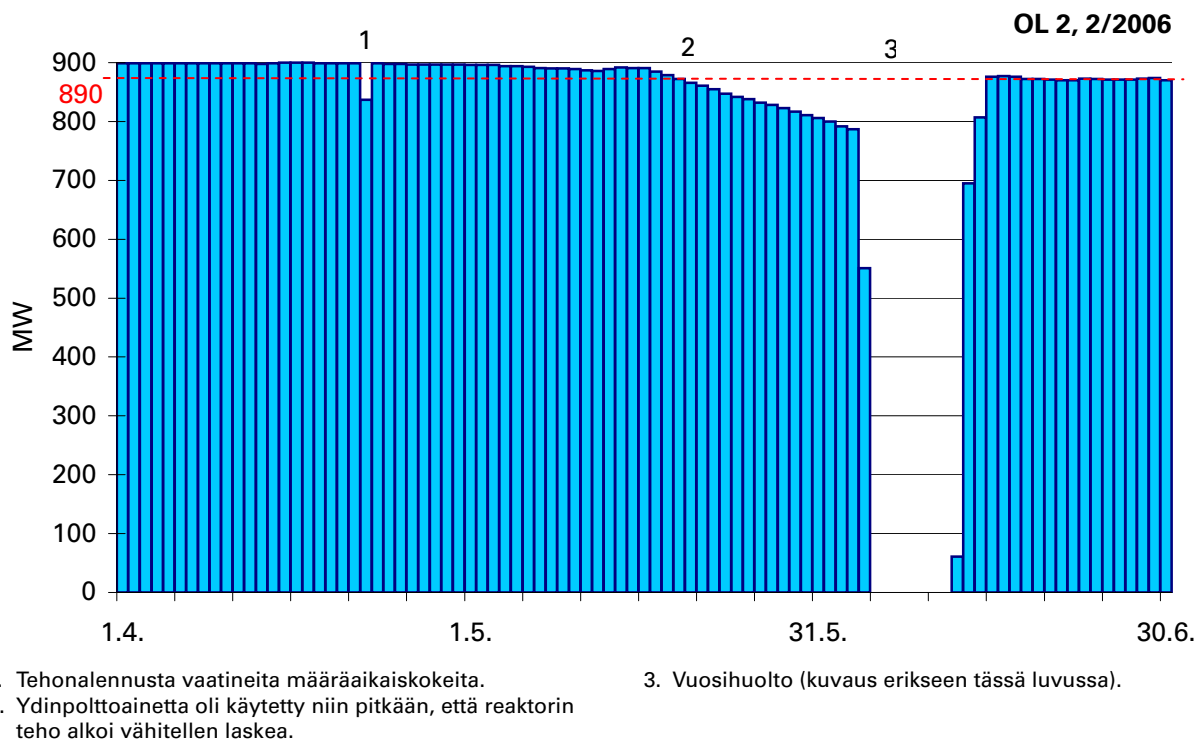
2.2.1 Käyttö ja käyttötapaukset

Olkiluodon laitosyksiköillä 1 ja 2 oli vuosihuoltoseisokit, joista on erilliset kuvaukset jäljempänä tässä luvussa. Olkiluoto 1:n energiakäyttökerroin vuosineljänneksellä oli 74,5 % ja Olkiluoto 2:n 89,2 %.

Energiakäyttökerroin kuvaa tuotetun sähköenergian suhdetta energiaan, joka olisi voitu tuottaa, jos laitosyksikkö olisi toiminut koko tarkasteluajan nimellisteholla. Laitosyksiköiden sähköntuotantoa vuosineljänneksellä kuvaavat diagrammit ja tehonalennusten syyt esitetään kuvissa 3 ja 4.



Kuva 3. Olkiluoto 1:n keskimääräinen vuorokautinen bruttosähköteho huhti–kesäkuussa 2006.



Kuva 4. Olkiluoto 2:n keskimääräinen vuorokautinen bruttosähköteho huhti–kesäkuussa 2006.

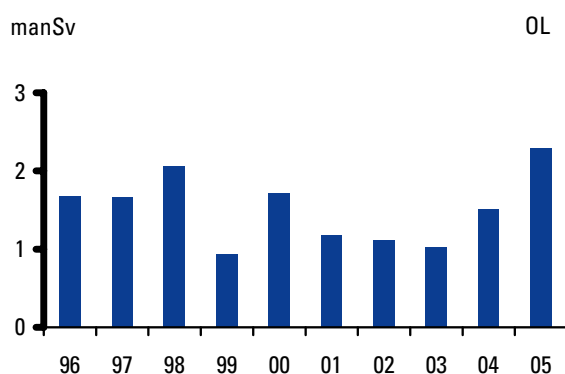
Olkiluoto 1:n vuosihuolto

Olkiluoto 1:n huoltoseisokki oli 7.–29.5.2006. Seisokissa tehtiin erittäin laajoja muutos- ja modernisointitöitä. Vuosihuolto kesti 22 vuorokautta.

Ennen reaktorin pysäyttämistä paikannettiin 16.4.2006 havaittu polttoainevuoto. Polttoainevuotoa selvitetään erikseen jäljempänä tässä luvussa.

Seisokissa tehtiin polttoaineenvaihdon lisäksi lukuisia tarkastuksia ja huoltoja. Mm. reaktoripainesäiliöön liittyvien järjestelmien yhteet ja reaktoripainesäiliön hitsausseamat tarkastettiin ja kaksi pääkiertopumppua, kolme päähöyryventtiiliä sekä 29 säätösauvojen toimilaitetta huollettiin. Vuoden 2006 vuosihuoltoon kuului myös lauhdutusaltaan tyhjennys ja vuodon etsintä ja korjaus, päägeneraattorin tarkastus, generaattorikatkaisijan perushuolto ja kahden meriveden tulotunnelin huolto tyhjänä. Tarkastusten ja huoltojen lisäksi 6,6 kV:n verkkoon, turbiiniautomaatioon ja turbiinilaitoksella tehtiin useita muutoksia.

Vuosihuoltoseisokin aikaisista töistä aiheutui 1,77 manSv kollektiivinen säteilyannos, mikä on Olkiluoto 1:n historian suurin vuosihuoltoannos. Suurimmat säteilyannokset kertyivät turbiinilaitoksella tehdyistä laajamittaisista muutostöistä. Suurin yksittäisen henkilön saama säteilyannos Olkiluoto 1:n vuosihuoltoseisokissa oli 12,2 mSv. Kuvassa 5 esitetään vuosihuolloissa kertyneet säteilyannokset vuosilta 2002–2006.



Kuva 5. Olkiluodon laitosyksiköiden vuosihuolloissa kertyneet työntekijöiden kollektiiviset säteilyannokset.

Olkiluoto 1:llä havaittiin ylösajon aikana tehtävässä säätösauvojen kylmässä pikasulkukokeessa säätösauvatoimilaitteiden laukeamisia momenttisuojauksesta (kuvaus jäljempänä tässä luvussa).

Olkiluoto 2:n vuosihuolto

Olkiluoto 2:n lyhyt polttoaineenvaihtoseisokki oli 4.–12.6.2006. Vuosihuolto sujui aikataulun mukaisesti ja laitosyksikkö oli poissa sähköntuotannosta 8 vuorokautta.

Seisokissa tehtiin polttoaineen vaihto, syöttövesijakajien tarkastukset, normaalit vuosittaiset ennakkuhuollot, määrääaikaistarkastukset ja -koestukset sekä vikakorjaukset. Merkittäviä töitä olivat kahden päähöyryventtiilin huolto sekä lauhduttimen pesu. Reaktorista poistettiin yksi vuotava polttoainenippu (ks. neljännesvuosiraportti 3/2005).

Seisokin aikaisista töistä aiheutunut kollektiivinen säteilyannos oli 0,25 manSv. STUKin ohjeen mukaan kollektiivisen säteilyannoksen raja-arvo Olkiluodon yhdelle laitosyksikölle on kahden peräkkäisen vuoden keskiarvona 2,10 manSv. Raja-arvo ei ylittynyt kummallakaan laitosyksiköllä. Vuosittainen kollektiivinen säteilyannos kertyy pääasiassa seisokeissa tehtyjen töiden aikana. Suurin yksittäisen henkilön saama säteilyannos Olkiluoto 2:n vuosihuollossa oli 4,5 mSv. Säteilyasetuksen mukaan säteilytyöstä työntekijälle vuoden aikana aiheutuva efektiivinen annos ei saa olla suurempi kuin 50 mSv. Säteilyannos ei saa ylittää 100 mSv annosrajaa minkään viiden vuoden ajanjakson aikana. Kesäkuun puoliväliin mennessä kertynyt suurin suomalaisen ydinvoimalaitostyöntekijän saama viisivuotisanos (2002–2006) oli 63,6 mSv. Annos on kertynyt työskentelystä Olkiluodon, Loviisan ja Ruotsin ydinvoimalaitoksilla. Kuvassa 5 esitetään vuosihuolloissa kertyneet kollektiiviset säteilyannokset vuosilta 2002–2006.

Vuonna 2005 Olkiluoto 2:lle vaihdetussa höyrynkuivaimessa todettiin vaurioita erotinpaneelien hitseissä. Voimayhtiö päätti asentaa vanhan, kunnossa olevan höyrynkuivaimen takaisin, jotta uudessa havaitut vauriot voidaan tarkastaa, arvioida ja korjata.

Olkiluoto 1:n koekäyttö turbiinilaitoksella tehtyjen muutosten jälkeen

Olkiluoto 1:n turbiinilaitoksen laajojen muutostöiden jälkeen laitoksella tehtiin koekäyttö. Tehtyjä muutoksia selvitetään luvussa 2.2.2. Koekäyttöön sisältyi sekä järjestelmä- että laitoskohtaisia kokeita. Laitoskokeista merkittävimpiä olivat paineen-säätökoe, turbiinin toimintakoe sekä laitostilojen ja piha-alueen säteilytasomittaukset. Laitoskohtaisia kokeita ovat myös häiriökokeet, joista merkittävimmät olivat osittaispikasulkukoe ja syöttöveden- sekä lauhtenesilämmittimien ohituskokeet. Suurin osa koekäytön laitoskokeista tehtiin laitos-yksikön ylösajon yhteydessä 29.5.–2.6.2006.

Ydinturvallisuuden kannalta merkittäv- in koe oli 2.6.2006 tehty osittaispikasulkukoe. Osittaisessa reaktorin pikasulussa yksi säätösau- varyhmä laukaistaan reaktoriin ja samanaikaisesti varmentava säätösauvaryhmä ruuvataan sisään ja pääkiertopumppujen nopea alasajo käynnistyy automaattisesti. Osittaispikasulku aiheuttaa re- aktorin nopean tehon laskun, jolloin höyryvirtauk- sen muutos aiheuttaa huomattavan painehäiriön turbiinilaitokselle. Koe käynnistettiin valvomosta reaktorin ollessa täydellä teholla. Kokeella saatiin hyvä kuva turbiinilaitoksen uusittujen säätäjien toiminnasta laitoshäiriötilanteessa. Laitosyksikkö käyttäytyi kokeessa suunnitellusti.

Olkiluoto 1:llä 2.6.2006 aloitetun pitkäaikais- kokeen aikana mitataan reaktorihöyryn kosteutta ja huonelämpötiloja sekä tehdään generaattorin toimintakoe.

Polttoaineen suojakuoren vuoto Olkiluoto 1:llä

Olkiluoto 1:llä havaittiin aamuyöllä 17.4.2006 poistokaasujärjestelmän jatkuvatoimisella ak- tiivisuusmittauksella polttoaineen suojakuo- ren vuoto. Vuoto oli alkanut edellisenä päivänä. Laboratorioanalyysien perusteella voitiin päätel- lä, että kyseessä oli pieni polttoainevuoto. Vuotava polttoainenippu poistettiin reaktorista 7.5.2006 al- kaneessa vuosihuoltoseisokissa.

Polttoainevuotoa seurataan mm. reaktoriveden jodi-131-isotoopin aktiivisuuspitoisuuden avulla. Jodi-131-aktiivisuuspitoisuus oli enimmillään va- jaan promillen toimenpiteitä edellyttävästä raja- arvosta.

Latauskoneen säteilymittareiden annosnopeuden raja-arvojen muutos Olkiluoto 1:llä

Olkiluodon laitoksen turvallisuusteknisten käyt- töehtojen (TTKE) mukainen latauskoneen sätei- lymittareiden hälytys- ja pysäytysraja 150 μ Sv/h oli liian alhainen joissakin tilanteissa vuosihuol- toseisokin polttoaine- ja säätösauvasiirtojen aika- na. Hälytysrajan tarkoitus on varoittaa asetetun rajan ylittymisestä, kun taas pysäytysrajan yli- tys estää polttoainenipun ja säätösauvan noston. Latauskoneessa on myös mekaaninen rajoitin, joka estää polttoainenipun tai säätösauvan noston liian ylös.

Teollisuuden Voima Oy haki 13. ja 14.5.2006 STUKilta lupaa poiketa Olkiluodon laitoksen tur- vallisuuksiteknisistä käyttöehdoista (TTKE) ja nos- taa Olkiluoto 1:n latauskoneen säteilymittareiden annosnopeuden raja-arvoja käytettyjen polttoaine- nippujen ja säätösauvojen siirtojen ajaksi.

STUK edellytti, että voimayhtiö seuraa ja tal- lentaa reaktorihallin säteilytasoja siirtojen aikana sekä asettaa pysäytysrajan mahdollisimman lä- helle mitattua todellista säteilytasoa. Työntekijät eivät saaneet muutosten vuoksi ylimääräisiä sätei- lyannoksia. Kaikki polttoainenippujen ja säätösau- vojen siirrot tehdään reaktorihallin altaissa veden- pinnan alapuolella, joten siirrettävän elementin päällä on koko ajan säteilyä vaimentavaa vettä.

Säätösauvaongelmat Olkiluoto 1:llä

Olkiluoto 1:n ja 2:n reaktorien säätösauvoilla on kaksi turvallisuustoimintoa: pikasulku- ja ruuvi- pysäytys. Pikasulkutoiminnossa säätösauvat työn- tyvät sisään reaktoriin typpipaineen ajaman veden avulla. Ruuvipysäytystoiminto varmistaa pikasul- kua ajamalla säätösauvojen ajomutterit sähkö- moottorien avulla sisään noin neljän minuutin ku- luessa, jolloin pikasulun yhteydessä mahdollisesti ulos jääneet sauvat saadaan sisään.

Olkiluoto 1:llä ennen vuosihuollon jälkeistä käynnistystä tehdyissä kylmissä pikasulkukokeis- sa laukesi kolmen säätösauvan toimilaitte moment- tisuojauksesta niiden ajaessa säätösauvoja kiinni onnistuneen pikasulun jälkeen. Toimilaitteet saa- tiin liikkumaan, mutta myöhemmin sammutetta- essa reaktoria kuumia pikasulkukokeita varten

yhden säätösauvan toimilaite laukesi momenttisuojauksesta. Toimilaite saatiin taas liikkumaan ja kuumat pikasulkukokeet tehtiin onnistuneesti.

Momenttisuojauksen laukeamisen syytä selvitetään. Yhtenä syynä saattaa olla pikasulkujärjestelmän tyypitankkeissa olevat epäpuhtaudet, jotka kylmiä pikasulkukokeita tehtäessä pääsivät pikasulkuveden mukana säätösauvojen toimilaitteisiin ja sieltä ajomutterin ja -ruuvien väliin. Havaitut ongelmat liittyivät pelkästään säätösauvojen ruuvipysäytystoimintaan, itse säätösauvojen liikkuvuudessa tai pikasulkutoiminnossa ei todettu poikkeamia.

Säätösauvojen toiminnan varmistamiseksi laitosyksikölle viikon ajon jälkeen tehdyn, laitosmuutoksiin liittyvän osittaispikasulkukokeen jälkeen tehtiin säätösauvojen koestus, jossa kullekin saualle tehtiin pikasulku- ja ruuvauskoe. Pikasulun yhteydessä juuttui jälleen yhden säätösauvan toimilaite, jonka moottori ja momenttikytin vaihdettiin ja tarkastettiin. Toistetussa ruuvauskokeessa poikkeamia ei enää havaittu. Lisävarmuuden saamiseksi kaikkien säätösauvojen toiminta testataan koko käyttöjakson ajan ylimääräisillä kahden kuukauden välein tehtävillä liikuttelukokeilla.

Voimayhtiö tekee STUKille selvityksen, jossa arvioidaan säätösauvojen liikkumisongelmien syitä ja tarvittavia parannustoimenpiteitä.

2.2.2 Turvallisuutta parantavat muutokset

Korkeapaineturbiinin ja välitulistimien uusiminen Olkiluoto 1:llä

Olkiluodossa vuonna 1998 loppuunsaatetut tehonkorotukset ovat kasvattaneet välitulistimien kuormitusta. Tulistinputkia on tulpattu vuotojen takia ja siten välitulistimien elinikä on rajoitettu. Hyötysuhteen parantamiseksi voimayhtiö on päättänyt kaksivaiheiseen välitulistukseen entisen yksivaiheisen tilalle. Kaksivaiheiseen välitulistukseen siirryttäessä tarvittiin korkeapaineturbiinilta uusi höyryn väliotto. Olkiluoto 1:n vuosihuoltoseisokissa voimayhtiö asensi uudet välitulistimet ja korkeapaineturbiinin sisäosat. Turbiinin siipiprofiileja parannettiin, jolloin turbiinin teho kasvoi. Välitulistimien ja korkeapaineturbiinin uusintojen yhteydessä tehtiin tarvittavat prosessimuutokset turbiinilaitokselle. Turbiinilaitoksella toteutetut hankkeet vastasivat Olkiluoto 2:lla vuoden 2005 huoltoseisokissa tehtyä uusintatöitä.

Höyrynkuvaimen uusiminen Olkiluoto 1:llä

Olkiluoto 1:llä ja 2:lla vuonna 1998 tehdyn tehonkorotuksen jälkeen reaktorista turbiinilaitokselle johdettavan höyryn kosteuspitoisuus kohosi. Ennen tehonkorotusta kosteuspitoisuus oli keskimäärin 0,1 %:n tasolla. Tehonkorotuksen jälkeen kosteuspitoisuuden vuosittaiset keskiarvot ovat vaihdelleet Olkiluoto 1:llä välillä 0,27–0,33 % ja Olkiluoto 2:lla välillä 0,31–0,34 %.

Reaktorin tuottama höyry johdetaan Olkiluoto 1:llä ja 2:lla suoraan turbiinilaitokselle ja siten kosteuden mukana myös veteen liuenneet radioaktiiviset aineet kulkeutuvat turbiinilaitokselle aiheuttaen siellä säteilytason nousua. Annosnopeudet turbiinilaitoksella ovat olleet 2–10-kertaisia verrattuna ennen tehonkorotusta vallinneeseen tilanteeseen. Kohonneella höyrynkosteudella on työntekijöiden säteilyannoksia lisäävä vaikutus, kun työskennellään höyryn kanssa kosketuksissa olevissa järjestelmissä tai niiden läheisyydessä. Höyrynkosteuden ei ole todettu lisänneen eroosio- tai korroosiota turbiinijärjestelmissä.

Kosteuden alentamiseksi Teollisuuden Voima Oy päätti uusien höyrynkuvaimet. Olkiluoto 2:n höyrynkuvain vaihdettiin jo vuoden 2005 seisokissa, ja Olkiluoto 1:lle uusi kuvain asennettiin vuosihuoltoseisokissa 2006. Kuivainten erotinpaneelien uudella muotoilulla pyrittiin saamaan höyryn kosteudeksi alle 0,1 %.

Olkiluoto 2:n höyrynkuvaimen toimituksessa ilmenneiden epäpuhtausongelmien vuoksi Olkiluoto 1:n kuvaimen valmistuksessa ja kuljetuksessa kiinnitettiin erityistä huomiota kuvaimen suojaukseen. Valmistusohjelmaan sisältyvien tarkastusten lisäksi Teollisuuden Voima Oy teki valmistajatehtaalla kuvaimelle perusteellisen endoskoopitarkastuksen ennen toimitusta.

Olkiluoto 2:lla vuoden käyttökokemusten perusteella höyryn kosteus oli selvästi alentunut; kosteusarvot ovat olleet alle 0,01 %. Valmistuspoikkeamien aiheuttamien mekaanisten ongelmien vuoksi kuvain kuitenkin jouduttiin vuosihuollossa 2006 poistamaan ja korvaamaan vanhalla kuvaimella (ks. kohta ”Olkiluoto 2:n vuosihuolto”). Vuosihuoltoseisokin 2006 jälkeen mitattu kosteusarvo täydellä teholla oli 0,31 %. Olkiluoto 1:n kuvaimessa ei ole odotettavissa Olkiluoto 2:n tapaisia valmistuksesta johtuvia ongelmia. Olkiluoto 1:llä höyryn kosteudeksi mitattiin vuosihuollon jälkeen täydellä teholla 0,0049 %.

Turbiinilaitoksen automaation uudistus Olkiluoto 1:llä

Vuosihuoltoseisokissa uusittiin Olkiluoto 1:n turbiinilaitoksen prosessiautomaatiojärjestelmä. Syynä järjestelmän uusimiseen oli vanhan järjestelmän varaosien saannin vaikeutuminen. Myös turbiinilaitoksen prosessiin tehdyt muutokset edellyttivät muutoksia automaatiojärjestelmään. Uuden järjestelmän myötä laitteiden kunnossapito helpottuu. Järjestelmän uusimisen tavoitteena on myös luotettavuuden parantaminen ja häiriöherkkyyden pienentäminen. Uuden järjestelmän esiasennukset tehtiin vuoden 2004 vuosihuollossa sekä Olkiluoto 1:llä että 2:lla. Olkiluoto 2:lla vastaava muutos toteutettiin jo vuonna 2005 ja pieniä lisämuutoksia tehtiin vuoden 2006 vuosihuollossa.

Uudessa automaatiojärjestelmässä loogiset toiminnot on toteutettu ohjelmoitavalla tekniikalla. Uusi järjestelmä mahdollistaa prosessin tilatietojen mittausten määrän lisäämisen. Turbiiniohjaajille uusi järjestelmä mahdollistaa turbiiniautomaation osalta aikaisempaa monipuolisemman informaation käsittelyn, prosessiohjaukset operointityöasemalta, trendiseurannat ja huomiorajojen asettelut. Huomiorajojen asettelun avulla ohjaajat voivat reagoida pieniinkin prosessimuutoksiin. Valvomossa turbiinipuolen ohjauspulpetti korvattiin turvallisuusjärjestelmien ohjauspulpetilla ja turbiinijärjestelmien ohjaus- ja valvontapöydällä. Lisäksi valvomoon asennettiin suurkuvanäyttö. Ohjausjärjestelmän uusimisen yhteydessä tuli tarpeelliseksi lisätä myös prosessitietokonejärjestelmän kapasiteettia turbiiniautomaatiosta saatavan suuren tietomäärän vuoksi.

Turbiiniautomaation uudistus on tuonut ensi kertaa suomalaisen ydinvoimalaitoksen valvomoon sen piirteen, että eräitä prosesseja voidaan ohjata operointityöasemajärjestelmän ohjelmiston kautta. Uudella automaatiolla ohjattavien prosessien turvallisuusmerkitys on vähäinen.

Turbiinilaitoksen automaatiouudistuksen käyttöliittymä tuotiin Olkiluoto 1:n ja 2:n koulutussimulaattorille syyskuussa 2004, mistä lähtien käyttökäytännön on ollut mahdollista kouluttaa uuden turbiiniautomaation käyttöön.

Keskijännitekojeistojen uusiminen Olkiluoto 1:llä

Vuoden 2006 vuosihuoltoseisokissa Olkiluoto 1:llä uusittiin omakäyttösähköjärjestelmään kuuluvat

6,6 kV keskijännitekojeistot, joiden kautta yksikön tarvitseman omakäyttösähkön jakelu pääosin tapahtuu. Uusimiseen johtaneita syitä olivat lähinnä alkuperäiskojeistojen ikääntyminen ja varaosatilanne sekä tarve saattaa kojeistot nykyajan vaatimuksia vastaaviksi. Tämä REMES-projekti käsitti yhteensä yli 60 keskijännitekojeistokennon uusimisen. Lisäksi projektiin kuului merkittäviä muutoksia ja uusintoja koskien mm. ohjaus-, rele-suojaus- ja apujännitejärjestelmiä, kaapelointia ja rakennusteknisiä töitä.

Kojeistojen modernisoinnin ansiosta niiden käytettävyyttä, suojaus, valvonta ja häiriökestoisuus paranivat. Vastaavat muutokset tehtiin Olkiluoto 2:lla vuonna 2005.

2.3 Olkiluoto 3

Vuoden 2006 toisella neljänneksellä STUK jatkoi Olkiluoto 3:n järjestelmien, laitteiden ja rakenteiden yksityiskohtaisten suunnitelmien tarkastamista sekä pääkomponenttien valmistuksen ja rakennustöiden valvontaa.

Rakentamisessa merkittävin työ toisella neljänneksellä oli suojarakennuksen teräsvuorauksen alimman osan asentaminen. Toukokuussa tehty asennustyö onnistui hyvin. Alimman osan sisäpuolelle tulevan valun raudoitukset aloitettiin. Raudoitukseen asennetaan myös reaktorin jäähdyttämiseen käytettävien hätäjäähdytysjärjestelmien putkistoja. Pohjalaatan ja suojarakennuksen seinän välisen nurkan koevalut valmistuivat. Koevaluilla halutaan selvittää betonoinnin onnistumista tiheästi raudoitettun nurkan alueella ja erityisesti kaltevan teräsvuorauksen osuudella. Valun onnistumista arvioitiin poranäyttein ja koputuskokein. Alustavat tulokset ovat olleet lupaavia ja koevalun johdosta pystytään tarkentamaan varsinaisen betonoinnin suunnitelmia. STUK käsitteli ja hyväksyi teräsvuorauksen, raudoituksen ja hätäjäähdytysjärjestelmien putkistojen asennussuunnitelmat ennen töiden aloitusta.

Pohjalaatan betonointivaiheessa syksyllä 2005 todetun betonimassan koostumuksen vaihtelun selvitykset jatkuivat. Teollisuuden Voima Oy toimitti STUKille selvityksen betonin valmistuksessa todetuista puutteista ja arvionsa niiden vaikutuksesta betonin lujuuteen ja ympäristökestoisuuteen. Pitkäaikaiskestävyyden varmistamiseksi voimayhtiö esitti selvityksessään pohjalaatan pystyosuuksien suojaamista pinnoituksin. Lisäksi

voimayhtiö toimitti STUKille puristuskoetulokset pohjalaatasta otetuista uusista koekappaleista. Uusien koekappaleiden puristuslujuudet olivat hyväksyttävät. Selvityksistä puuttuu vielä kuitenkin osia, minkä johdosta STUK ei ole tehnyt päätöstä pohjalaatan lujuudesta ja ympäristökestoisuudesta. Työmaalla ja valmistuksessa todettujen laatuongelmien johdosta perustetun STUKin tutkintaryhmän työ jatkui.

Teollisuuden Voima Oy auditoi laitostoimittajan työmaan laadunvarmistustoimintaa toukokuussa. Auditoinnin seurauksena voimayhtiö edellytti laitostoimittajan laadunvarmistusorganisaation kehittämistä ja laadunvarmistuksen ohjeistuksen lopullista voimaansaattamista. STUK edellytti voimayhtiöltä ripeitä toimenpiteitä laitostoimittajan toimenpidesuunnitelman toteuttamiseksi. Projektin laadunhallintaan liittyen STUK edellytti poikkeamien käsittelyn yhdenmukaistamista projektiosapuolten ja eri tekniikan alojen välillä.

Pääkomponenttien valmistus jatkui Japanissa ja Ranskassa. Reaktoripainesäiliön valmistuksessa STUK antoi luvan pääkiertopiirin ja reaktoripainesäiliön välisten yhdekappaleiden hitsaamiseen yhdekehään. Ennen hitsauksen aloitusluvan antamista arvioitiin yhdekappaleessa olevan uuden kaksimetallihitsin lujuutta ja hitsin ikääntymiseen liittyviä ilmiöitä. Hitsin lujuuden selvittämiseksi tehtyjen murtumismekaanisten testien tulokset olivat hyväksyttäviä. Uuden hitsin materiaalien käyttäytymistä ikääntymisen myötä ei kuitenkaan kaikilta osin tunneta, minkä johdosta hitsin ominaisuuksien seuraamiseen laaditaan tarkka ikääntymisen seurantaohjelma. Höyrystimien val-

mistus Chalonin tehtaalla on jatkunut suunnitellusti. Pääkiertopiirin putkistojen takeiden testeissä havaittiin metallin raekoon olevan suunniteltua suurempi. Raekoko vaikuttaa materiaalin tarkastettavuuteen ultraäänitekniikalla. STUK edellytti Teollisuuden Voima Oy:ltä selvitystä raekoon vaikutuksesta tarkastettavuuteen ja painotti ultraäänitarkastettavuuden merkitystä materiaalin laadun varmistamisessa. Muiden pääkomponenttien (paineistin, pääkiertopumput) valmistus jatkui.

Laitoksen yksityiskohtaisen suunnittelun tarkastusta jatkettiin prosessi-, sähkö- ja automaatiojärjestelmien osalta. Teollisuuden Voima Oy:n ja laitostoimittajan kanssa keskusteltiin mm. sähkökaapeleista ja niiden paloturvallisuudesta sekä laitoksen yksityiskohtaisesta suunnittelusta ulkoisia uhkia vastaan. STUKin käsittelyyn toimitettiin myös sähkö- ja automaatiolaitteiden onnettomuusolosuhteisiin kelpoistamista koskevat suunnitelmat. Laitteiden valmistuksessa tuli ilmi, että osa alihankkijoista oli aloittanut laitteiden valmistuksen ilman rakennesuunnitelman hyväksyntää. STUK edellytti Teollisuuden Voima Oy:ltä selvitystä laitevalmistuksen valvonnan menettelyistä ja turvallisuuden kannalta merkittävien laitteiden suunnitelmien hyväksyntä- ja valmistustilanteesta.

STUK tarkasti Teollisuuden Voima Oy:n projektin toimintaa rakentamisen aikaisen tarkastusohjelman mukaisesti. Tarkastuksia kohdennettiin projektin johtamiseen ja turvallisuusasioiden käsittelyyn, laadunhallintaan ja voimayhtiön tarkastusmenettelyihin laitoksen prosessi- ja sijoitus suunnittelun osalta.

3 Ydinjätehuolto

Esko Ruokola, Risto Paltemaa

Kansainvälisen yleissopimuksen tarkastelukokous

Käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisten jätteiden huollon turvallisuutta koskevan yleissopimuksen mukainen toinen kymmenen päivää kestänyt tarkastelukokous pidettiin Wienissä 15.–24.5.2006. Kokouksessa 40 maata ja EU:n komissio raportoivat ydinjätehuollon järjestelyistään. Osallistujat arvioivat, miten kukin maa täyttää yleissopimuksen velvoitteet ja mitä parannuksia on tehty edellisen vuonna 2003 järjestetyn kokouksen jälkeen. Kokouksessa pyrittiin toteamaan hyviä käytäntöjä ja mahdollisia parannuskohteita eri maiden ydinjätehuollossa.

Suomen ydinjätehuollon järjestelyt arvioitiin tarkastelukokouksessa hyväksi. Erityisesti käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitushanketta pidettiin onnistuneena. Esimerkilliseksi hankkeen tekee selkeä säännöstö, laaja paikallinen ja poliittinen hyväksyntä sekä rahoitusjärjestelyt.

Suomea koskevassa arvioissa tuotiin esiin myös joitakin parantamista kaipaavia asioita, jotka liittyivät lähinnä muiden kuin ydinvoimalaitoksista peräisin olevien radioaktiivisten jätteiden huoltoon. Lisäksi pidettiin tärkeänä, että Suomessa kiinnitetään huomiota osaamisen pitkäaikaiseen ylläpitoon ja kehittämiseen.

Olkiluodon maanalaisen tutkimustilan ja sijoituspaikkatutkimusten valvonta

Posiva Oy jatkoi Olkiluodon maanalaisen tutkimustilan rakentamista. Kesäkuun lopussa tunneli oli edennyt noin 1200 metrin matkan noin 120 metrin syvyydelle. Ilmastointikuilua rakennettiin nousuporaustekniikalla 97 metrin syvyydelle. Neljänneksellä STUK aloitti uuden rakentamisen tarkastusohjelman tarkastukset. Tutkimustilan valvontaan kuuluu valvontakäyntejä, säännöllisiä seurantakokouksia sekä raporttien ja suunniteluaineistojen tarkastusta. Rakentamisen valvonassa kiinnitetään huomiota erityisesti loppusijoituspaikan suotuisten ominaisuuksien säilymiseen, johon vaikuttaa muun muassa tunneliin vuotavan pohjaveden määrä, sekä kalliorakentamisen laatuun.

STUK jatkoi varmentavien sijoituspaikkatutkimusten valvontaa. Toukokuussa pidettiin puolivuositainen Posivan ja STUKin välinen laaja kokous, jossa käydään läpi loppusijoituksen turvallisuuden liittyviä kysymyksiä ja jossa on mukana myös STUKin tukena toimiva asiantuntijaryhmä.

4 Ydinmateriaalivalvonta

Marko Hämäläinen

Tarkastukset

Vuoden 2006 toisella neljänneksellä STUK teki Olkiluodon voimalaitoksella ydinmateriaaleja koskevat määräaikaistarkastukset ja todensi Olkiluoto 1:n ja Olkiluoto 2:n ydinaineinventaarit yhdessä IAEA:n ja EU:n komission kanssa. Huhtikuussa komission valvontakameroiden tilalle asennettiin Olkiluoto 1:llä ja Olkiluoto 2:lla IAEA:n valvontakamerat, joten nyt molemmilla reaktorilaitoksilla on sekä komission että IAEA:n valvontakamerat. STUK todensi kesäkuussa ainetta rikkomattomin mittauksin (GBUV, Gamma Burn-Up Verification) käytetyn polttoaineen varastossa 25 polttoaineenippua. Mittausten yhteydessä Olkiluodon voimalaitokselle annettiin huomautus käytetyn polttoaineen varaston (KPA) polttoaineen siirtokoneen käytössä havaittujen tarttujaan liittyneiden toimintaongelmien takia. STUK hyväksyi Olkiluodon voimalaitoksen (OL1, OL2 ja KPA-varasto) ydinmateriaalikäsikirjaan tehdyt muutokset. STUK antoi myös lausunnon Euroopan komissiolle Olkiluodon voimalaitoksen materiaalitasealueiden erityisistä valvontasäännöksistä.

Loviisan voimalaitoksella STUK teki määräaikaistarkastuksen yhdessä IAEA:n ja EU:n komission kanssa. Tarkastuksessa ei todettu huomautettavaa. Toukokuussa laitokselle tuotiin 108 tuoretta polttoaineenippua Espanjasta.

STUK teki VTT:n FiR1 -tutkimusreaktorilla ydinainevaraston todennuksen yhdessä IAEA:n ja EU:n komission kanssa kesäkuussa. STUK antoi tarkastuksen yhteydessä VTT:lle kaksi huomautusta, joista toinen koski ydinainekirjanpitoa ja toinen toimintakirjan ylläpitoa.

Lausunnot ja luvat

STUK antoi kauppa- ja teollisuusministeriölle kolme lausuntoa, jotka koskivat tietoaaineiston vientiä Kiinaan (VTT), neutronivuoantureiden (fissiokammioita) maahantuontia Ranskasta (Fortum) sekä ydinaineen maahantuontia Venäjältä (Helsingin yliopisto, Radiokemian laitos). STUK myönsi Fortum Power and Heat Oy:lle luvan tuoda maa-

han neutronivuoantureita Saksasta ja säteilyttämätöntä polttoainetta Espanjasta sekä kuljettaa edellä mainittua polttoainetta Suomen alueella. STUK hyväksyi yhden kuljetussuunnitelman, joka koski tuoreen polttoaineen kuljetusta Espanjasta Loviisaan.

Kansainvälisten sopimusten mukaiset raportit ja ilmoitukset

STUK ja komissio toimittivat Suomen valtion vastuulla olevat valvontasopimuksen lisäpöytäkirjan mukaiset ilmoitukset IAEA:lle toukokuussa.

Kansainvälisten tarkastajien hyväksyntä

Pyydettyään lausunnot suurimmilta ydinaineiden haltijoilta STUK hyväksyi 15 uutta IAEA:n tarkastajaa tekemään tarkastuksia Suomen alueella. Lisäksi STUK antoi kahdesta Euratomin uudesta tarkastajaehdokkaasta konsultaationa hyväksyvän lausunnon komissiolle toimitettavaksi.

Loppusijoitustilan ydinsulkuvalvonta

Posiva Oy:n loppusijoituslaitoksen maanalaisten tilojen rakentaminen Olkiluodossa eli ONKALO-hanke on ydinmateriaalivalvonnan piirissä. STUK tarkastaa, että rakennetut tilat vastaavat Posivan ydinsulkuvalvontaa varten toimittamia raportteja. Touko-kesäkuussa Olkiluodossa pidetyn loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuutta käsitelleen konsulttikokouksen yhteydessä STUK tarkasti Posivan osavuosisiraportin mukaiset kalliotilat. Kaksi IAEA:n tarkastajaa osallistui tarkastukseen tarkkailijoina.

Rajavalvonta

Suomen Tullilla on säteilyvalvontajärjestelmä, joka palvelee myös ydinmateriaalivalvontaa. Nuijamaan tulli ilmoitti 10.6.2006, että Venäjän tulli käänsi kaliumkarbonaattikuorman takaisin Suomeen, koska lastin säteilytaso ylitti Venäjän salliman rajan. Säteilystä aiheutui luonnon kaliumissa olevasta radioaktiivisesta isotoopista K-40.

5 Säteilyn käyttö

*Ritva Bly, Ritva Havukainen, Kari Jokela, Hilikka Karvinen,
Eero Oksanen, Reijo Visuri*

5.1 Ionisoiva säteily

Säteilyturvallisuusohjeet

STUK vahvisti ohjeen ST 3.3, Röntgentutkimukset terveydenhuollossa. Huhtikuun alussa voimaan tullut ohje korvaa aiemman 27.8.1992 annetun ohjeen ST 3.3, Lääketieteelliset röntgentutkimuslaitteet ja niiden käyttö. Uudessa ohjeessa tarkennetaan säteilyn lääketieteellisestä käytöstä vuonna 2000 annetun sosiaali- ja terveysministeriön asetuksen vaatimuksia muun muassa kliinisen kuvan laadun seurannalle ja täsmennetään rajoituksia terveiden vapaaehtoisten röntgentutkimuksiin osallistumiselle tieteellisissä tutkimuksissa.

Sädehoito

Porin uudessa sädehoitokeskuksessa hoidettiin huhtikuussa ensimmäiset potilaat. Sädehoitofysiikoiden neuvottelupäivien yhteydessä kesäkuussa Satakunnan keskussairaalan edustaja kertoi, että sädehoitojen kysyntä on ollut odotettua suurempaa ja tämän vuoksi toisen kiihdyttimen hankinta on suunnitelmassa jo parin vuoden kuluttua.

Sädehoidon laadunvarmistusta arvioitiin annosmittausten osalta yhteistyössä HUS syöpätautien klinikan kanssa. Potilaaseen absorboituvan annoksen oikeellisuus varmistetaan STUKin hyväksymän laadunvarmistusohjelman mukaisesti. Uuden tutkimustiedon perusteella yhtä hyvä tarkkuus voidaan saavuttaa erilaisten mittaustapojen entistä joustavammilla yhdistelyillä, kun käytössä on laadukkaita mittalaitteita.

Röntgentutkimukset

Alustavien tulosten perusteella röntgentutkimusten ja -toimenpiteiden määrä Suomessa vuonna 2005 oli 3,8 miljoonaa. Vuonna 2000 vastaava määrä oli 4,1 miljoonaa. Natiiviröntgentutkimuksia tehtiin 7 % vähemmän kuin vuonna 2000, mutta tietokonetomografiatutkimuksia 30 % enemmän.

Kyselyn tulokset julkaistaan myöhemmin tänä vuonna. Tuloksia käytetään kollektiivisen annoksen määrittämiseen.

Työntekijöiden säteilyannokset

Ionisoivan säteily käyttöön osallistuneiden, annostarkkailussa olleiden työntekijöiden säteilyannokset kirjattiin STUKin ylläpitämään annosrekisteriin. Kuluneen puolenvuoden aikana säteilyn käytöstä aiheutuneet säteilyannokset vastasivat edellisten vuosien vastaavan ajankohdan annoksia. Kuvassa 6 esitetään työntekijöiden yhteenlasketut annokset (syväannokset) toimialoittain aikavälillä tammikuu-kesäkuu viideltä viimeiseltä vuodelta. Jos säteilytoiminta jatkuu samanlaisena eikä poikkeavia altistuksia tapahdu, voidaan ennakoida, että vuoden 2006 aikana ei työntekijöiden vuosiannosrajoja ylitetä.

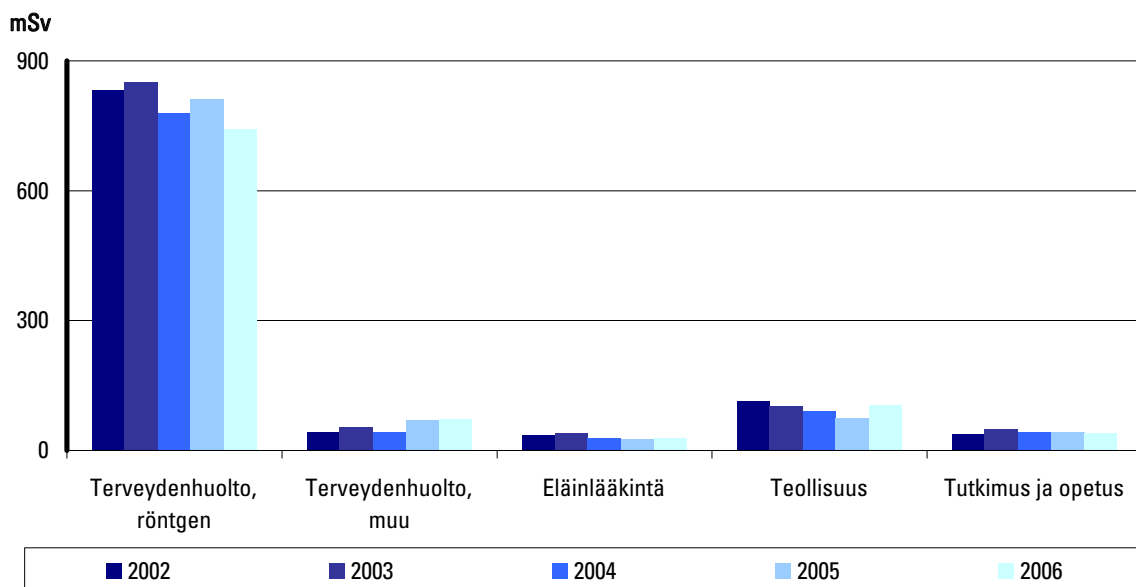
Poikkeavat tapahtumat

ionisoivan säteilyn käytössä

Toisen vuosineljänneksen aikana STUKin tietoon tuli viisi poikkeavaa tapahtumaa ionisoivan säteilyn käytössä ja radioaktiivisten aineiden kuljetuksissa. Tapahtumista yksi koski säteilyn käyttöä terveydenhuollossa ja kaksi säteilyn käyttöä teollisuudessa. Lisäksi kaksi poikkeavaa tapahtumaa liittyi radioaktiivisten aineiden kuljetukseen. Tapahtumista mikään ei johtanut vakaviin seurauksiin.

Terveydenhuolto

Sädehoitokiihdyttimellä ns. puolikenttähoidossa yhden hoitokentän kollimaattorin rotaatio poikkiesi laitteen ilmoittamasta 8–9 astetta. Tapahtuman aiheutti todennäköisesti kollimaattoria pyörittävän ketjun hyppääminen pois paikaltaan ja sen seurauksena yhden potentiometrin vaurioituminen. Tästä aiheutui väärä kollimaattorikulman näyttö,



Kuva 6. Säteilyn käytöstä työntekijöille kirjatut yhteenlasketut annokset (syväannos) toimialoittain aikavälillä tammi–kesäkuu vuosina 2002–2006.

hoitokenttien osittainen päällekkäisyys ja pienellä alueella 2 % lisäannos suunniteltuun 50 Gy tavoiteannokseen nähden. Potilaalle tapahtumasta ei aiheutunut terveydellistä vaaraa. Tapahtumasta informoitiin laitevalmistajaa vastaavien tapahtumien estämiseksi.

Teollisuus

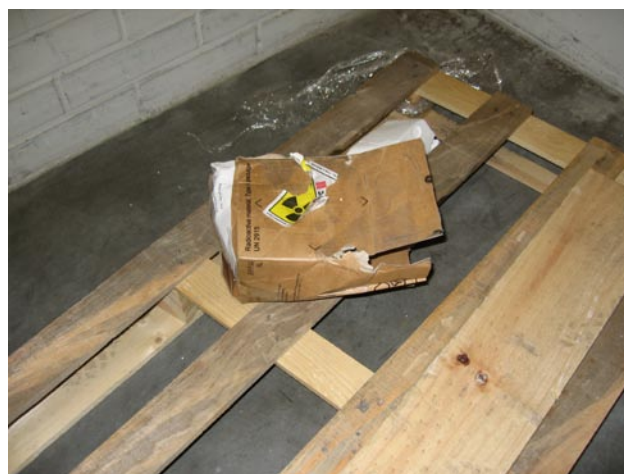
Teollisuuslaitoksen huoltoseisokin aikana asentajat joutuivat siilossa työskennellessään säteilylaitteiden säteilykeilaan. Ohjeiden mukaan säteilylaitteiden sulkimet olisi pitänyt sulkea ennen siiloon menoa, mutta inhimillisen erehdyksen vuoksi niin ei tehty. Siilossa oli kolme Co-60 säteilylähdettä, joiden aktiivisuudet olivat noin 80 MBq. Asentajille aiheutuneet säteilyannokset jäivät pienemmiksi kuin 0,03 mSv. Tapahtuman johdosta säiliötyöskentelyä koskevia ohjeita täydennettiin niin, että säiliötyöluvan antaja varmistaa itse säteilylaitteiden sulkemisen ennen työskentelyn aloitusta.

Lyijyromua tilannut asiakas havaitsi lähe-tyksen joukossa säteilyvaaramerkillä varustetun lyijysuojuksen ja soitti havainnosta STUKiin. Löytöpaikalla tehdyssä tarkastuksessa ja säteilymittauksissa ilmeni, että säiliö ja sen sisällä ollut lasipullo eivät sisältäneet radioaktiivista ainetta. Lasipullossa oli ollut tutkimustarkoituksiin käytettyä fosfori-isotooppia (P-32). Suojukseen ja pulloon jääneet säteilyn varoitusmerkinnät olivat

jääneet poistamatta, kun pakkausta hävitettiin. Pakkaus oli useita vuosia vanha, ja radioaktiivinen aine olisi lyhyen puoliintumisaikansa (14,3 vrk) vuoksi löytöhetkellä jo hävinnyt muutoinkin.

Kuljetukset

Lentoasemalta saatiin ilmoitus radioaktiivista ainetta sisältävän kuljetuspakkauksen vaurioitumisesta rahdin käsittelyn aikana (kuva 7). Pakkaus sisälsi nestemäisessä muodossa 185 MBq jodi-isotooppia (I-123), joka oli menossa sairaalan käyttöön. Lentoasemalla tehdyssä tarkastuskäynnissä todettiin, että pakkauksen pahvinen kuljetuslaa-



Kuva 7. Lentoasemalla rahdin käsittelyn aikana vaurioitunut jodi-123 isotooppia sisältänyt kuljetuspakkaus.

tikko ja sen sisällä ollut styroksi olivat vaurioituneet, mutta varsinainen radioaktiivista ainetta sisältävä säiliö oli ehjä eikä sen todettu vuotavan. Vaurioitunut pakkaus sijoitettiin rahtitilassa työtilojen ulkopuolelle ja erilleen muista tavaroista. Lähetyksen maahantuoja haki pakkauksen myöhemmin omaan varastoonsa. Tapaus ei aiheuttanut ylimääräistä säteilyaltistusta työntekijöille tai väestölle.

STUKin laboratorioauto havaitsi valtatie 4:llä hetkellisen ulkoisen säteilyn annosnopeuden nousun spektrometreissään. Spektrien analysointi osoitti, että säteilevä aine oli bromi (Br-82). Gammaspektristä oli pääteltävissä, että säteilylähde oli lähes suojaamaton. Annosnopeudeksi 1 m päähän säteilylähteestä arvioitiin 50–200 $\mu\text{Sv/h}$. Tulos osoitti, että radioaktiivisen aineen kuljetus ei tapahtunut kuljetusmääräysten mukaisesti.

Selvitys osoitti, että merkkiainekokeita tekevän yrityksen auto oli ohittanut STUKin liikkuvan laboratorioauton juuri havaintopaikalla. Yritys oli tehnyt virtausmittauksia asiakkaalleen käyttäen Br-82:ta. Säteily oli peräisin merkkiaineen syöttöön käytetyn laitteiston kontaminoitumisesta. STUK teki tarkastuksen yritykseen ja kehotti huolehtimaan siitä, että mittauksen päätyttyä laitteet puhdistetaan radioaktiivisesta aineesta ja laitteiden kuljetuksesta muutenkin huolehditaan kuljetusmääräysten mukaisesti.

5.2 Ionisoimaton säteily

EU-komission lehdistötiedote solariumien käytöstä kosmeettisiin tarkoituksiin

EU-komissio julkaisi solariumlaitteita koskevan lehdistötiedotteen 6.7.2006. Tiedotteessa (IP/06/942) EU-komissio ilmaisi huolensa siitä, että keinotekoinen rusketus kosmeettisiin tarkoituksiin voi johtaa ihosyövän lisääntymiseen. EU-komissio haluaa, että kuluttajia opastetaan välttämään solariumin käyttöä alle 18-vuotiaana ja silloin kun heillä on lisääntynyt riski saada ihosyöpä. Komissio kehottaa myös Euroopan sähköteknistä standardisointijärjestöä CENELEC:ää ottamaan huomioon kuluttajatuotteiden turvallisuutta pohdittavan komitean SCCP:n näkemykset solariumien UV-turvallisuudesta. Lehdistötiedote viittaa siihen, että EU on solariumeja koskevilla näkemyksissään lähestynyt Pohjoismaissa vallitsevia

käsityksiä, jotka on tiivistetty pohjoismaisten säteilyturvajohtajien vuonna 2005 julkaisemaan yhteiseen kannanottoon.

STUKin lausunto golfkentän rakentamisesta 110 kV voimajohtolinjan viereen

STUK antoi Espoon kaupunkisuunnittelukeskuksen pyynnöstä lausunnon asemakaavamuutokseen, jolla mahdollistettaisiin golfkentän rakentaminen 110 kV voimajohtolinjan viereen. Asemakaavamuu-utosehdotukseen ei esitetty huomattavia muutoksia, jotka aiheutuisivat voimajohtolinjan sähkö- ja magneettikentistä.

Koulutustilaisuus sähkömagneettisten kenttien riskeistä

STUK ja Työterveyslaitos järjestivät yhdessä koulutustilaisuuden ”Sähkömagneettisten kenttien riskit hallintaan” 10.–11.5.2006 Tampereella. Tilaisuudessa jaettiin ajankohtaistietoa uuden sähkö- ja magneettikenttiä koskevan direktiivin toimeenpanosta Suomessa. Kohderyhmänä olivat työnantajat, työsuojeluviranomaiset, työterveyshuollon asiantuntijat sekä alan tutkijat.

Solariumlampputyypin poistaminen markkinoilta

Huhtikuussa 2006 havaittiin sattumalta, että erään tukkuliikkeen Internet-sivuilta oli tilattavissa solariumlampputyypin (Philips 100W-R Cleo Professional S), jota ei hyväksytty Suomessa rusketuskäyttöön. Kyseisen lampun markkinointi oli aloitettu joulukuussa 2004. STUK otti yhteyttä lampun maahantuojaan/valmistajaan Oy Philips Ab:hen. Yhteydenoton jälkeen lampun markkinointi rusketustarkoitukseen lopetettiin ja lamppu poistettiin tukkuliikkeen tuoteluettelosta.

Suurtehoisten laserlaitteiden käyttö kahdessa yleisötilaisuudessa

Huhtikuussa 2006 järjestettiin kaksi yleisötapahtumaa, joissa oli mainostettu käytettävän niin sanottuja suurtehoisia laserlaitteita valotehosteina. Laserlaitteiden käytöstä tulee ilmoittaa hyvissä ajoin ennakoon STUKille. Näissä tapauksissa ennakkoilmoitusta ja tarkastuspyyntöä ei ollut kuitenkaan tehty. STUKin puuttuttua laitteiden ja esitysten vaatimustenmukaisuuteen, tapahtumien järjestäjät luopuivat laserlaitteiden käytöstä.

6 Valtakunnallinen ympäristön säteilyvalvonta

Raimo Mustonen

STUK valvoo jatkuvasti keinotekoisien säteilyn ja keinotekoisien radioaktiivisten aineiden esiintymistä elinympäristössä yhteistyössä useiden muiden viranomaisten ja yhteistyökumppaneiden kanssa. Ympäristön säteilyvalvontaohjelma sisältää ulkoisen annosnopeuden jatkuvan ja automaattisen monitoroinnin, ulkoilman radioaktiivisten aineiden ja kokonaisbeeta-aktiivisuuden monitoroinnin, radioaktiivisen laskeuman, pinta- ja juomaveden, maidon ja elintarvikkeiden radioaktiivisuuden säännöllisen monitoroinnin sekä ihmisen kehossa olevien radioaktiivisten aineiden monitoroinnin. Voimassa olevan säteilyvalvontaohjelman sisältö on kuvattu liitteessä 3.

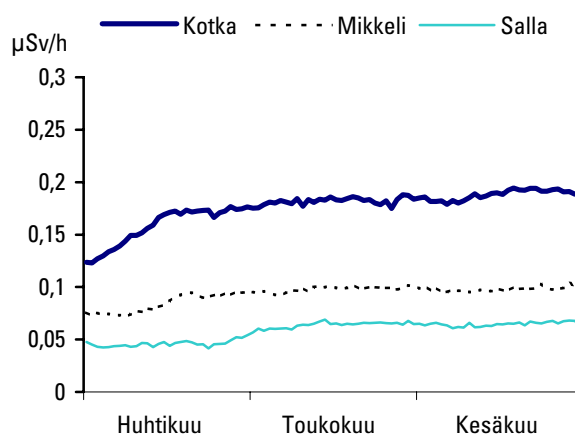
6.1 Ulkoinen säteily

Suomessa ulkoisen säteilyn annosnopeutta valvotaan reaaliaikaisella ja kattavalla mittausasemaverkolla. STUKin ja paikallisten pelastusviranomaisten ylläpitämään automaattiseen valvontaverkkoon kuuluu noin 290 GM-antureilla varustettua mittausasemaa. Kaikki mittausasemat on varustettu automaattisella hälytysjärjestelmällä, joka hälyttää mm. STUKin päivystävän säteilyasiantuntijan, jos säteilyn aiheuttama annosnopeus ylittää asetetun hälytysrajan.

Valvontaverkon uudistaminen on parhaillaan meneillään siten, että verkon kaikki mittausasemat ja niiden tiedonvälitys STUKiin ja alueellisiin

hätäkeskuksiin uusitaan. Vuoden 2005 syksyllä uusittiin Hämeen hätäkeskuksen alueella sijaitsevat valvonta-asemat. Parhaillaan uusiminen on menossa Länsi-Suomen läänissä, jossa tämän vuoden kesäkuun loppuun mennessä on uusittu 25 asemaa. Läänin kaikkien asemien asennukset valmistuvat syyskuun loppuun mennessä.

Vuoden 2006 toisella vuosineljänneksellä ei ilmennyt kohonneita säteilytasoja missään päin Suomea. Kuvassa 8 esitetään ulkoisen säteilyn annosnopeus (mikrosieverttiä tunnissa) Kotkassa, Mikkelissä ja Sallassa. Päivittäiset annosnopeu-



Kuva 8. Ulkoisen säteilyn annosnopeus kolmella paikakunnalla vuoden 2006 toisella vuosineljänneksellä.

det eri valvonta-asetilla raportoidaan STUKin verkkosivuilla (www.stuk.fi/sateilytietoa/sateilytilanne).

6.2 Ilman radioaktiivisuus

Ulkoilman radioaktiivisten aineiden määriä valvotaan yhdeksällä paikkakunnalla eri puolilla Suomea. Lisäksi molempien ydinvoimalaitosten ympäristössä – Loviisassa ja Olkiluodossa – on neljä voimayhtiöiden omaa valvonta-asemaa. STUK toteuttaa ilman radioaktiivisuuden valvontaa yhteistyössä Ilmatieteen laitoksen ja puolustusvoimien kanssa.

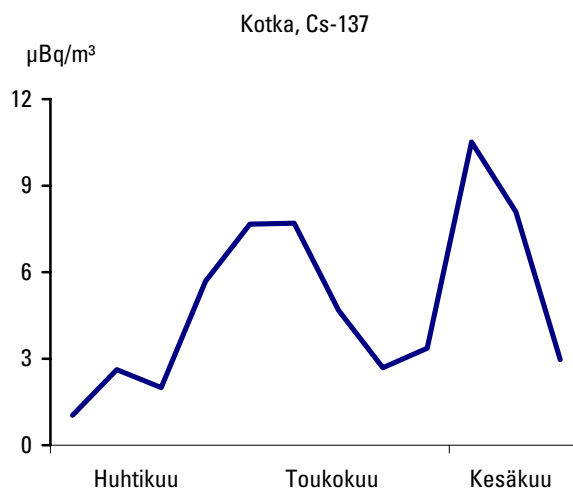
Ulkoilman sisältämiä radioaktiivisia aineita valvotaan pumppaamalla suuri määrä ilmaa suodattimen läpi, johon ilmassa olevat radioaktiiviset aineet jäävät. Lasikuitusuodatin kerää radioaktiivisia aineita sisältävät hiukkaset. Aktiivihiihluodatin puolestaan pidättää kaasumaisia aineita ja esim. radioaktiivista jodia. Suodattimet analysoidaan laboratorioissa. Käytetty menetelmä on äärimmäisen herkkä – jos kuutiometrissä ilmaa tapahtuu yksi radioaktiivinen hajoaminen kuukaudessa, voidaan se havaitaan.

Kuvassa 9 esitetään ulkoilman cesium-137 pitoisuudet Kotkan valvonta-asemalla vuoden 2006 toisella vuosineljänneksellä (mikrobecquerelliä kuutiometrissä ilmaa). Tänä päivänä cesium-137

on ainoa keinotekoinen radionuklidi, jota havaitaan säännönmukaisesti Suomen ilmatilassa. Se on jäämä vanhoista ilmakehässä tehdyistä ydinpommikokeista ja Tshernobylin onnettomuudesta.

6.3 Poikkeavat säteilyhavainnot

Vuoden 2006 toisella vuosineljänneksellä ei havaittu normaalista poikkeavia keinotekoisia radionuklideja ilmassa.



Kuva 9. Cesium-137 pitoisuus ulkoilmassa Kotkan valvonta-asemalla vuoden 2006 toisella vuosineljänneksellä.

7 STUKin valmiustoiminta

Anne Weltner

Vuoden 2006 toisella neljänneksellä ei ollut yhtään tilannetta, jossa olisi ollut aiheutta ryhtyä erityis toimiin väestön tai ympäristön suojelemiseksi.

7.1 Yhteydenotot STUKin päivystäjään

STUKin päivystäjään otettiin toisella vuosineljänneksellä yhteyttä kaikkiaan 28 kertaa:

- Loviisa 2:ltä otettiin huhtikuussa yhteyttä päivystäjään laitossyksikön pääsyöttövesipumpun pysähtymisestä aiheutuneen tehonalennuksen johdosta. Tapahtumalla ei ollut merkitystä laitossyksikön turvallisuuden kannalta. Suomen ydinvoimalaitoksia koskevia tapahtumia kuvataan luvussa 2.
- Rajavalvontaan liittyi yksi ilmoitus, joka on kuvattu tarkemmin luvussa 4.
- Yksi ilmoitus koski poikkeavaa tapahtumaa radioaktiivisen aineen kuljetuksessa. Tapahtuma on kuvattu luvussa 5.
- Kahdeksan päivystäjän vastaanottamaa ilmoitusta liittyi säteilyvalvontaan ulkoisen säteilyn mittausasemilla Suomessa. Ilmoitukset aiheutuivat vikaantuneista mittareista ja häiriöistä mittausasemia ohjaavissa tietokoneissa. Yksi ilmoitus liittyi säteilymittausaseman testaukseen. Lisää tietoa Suomen säteilyvalvonnasta löytyy luvusta 6.
- Kansainvälisiä yhteyskokeiluja STUKin hälytysnumeroihin tuli kuusi kappaletta.
- Viisi ilmoitusta liittyi poikkeaviin tapahtumiin ulkomailla.
- Kuusi ilmoitusta liittyi erilaisiin kotimaisiin ja kansainvälisiin tiedonantoihin, kyselyihin ja vikasanomiin.

7.2 Poikkeavat tapahtumat ulkomailla

Leningradin ydinvoimalaitoksen valvontaverkko

STUKin päivystäjä sai vuosineljänneksellä yhden ilmoituksen Leningradin ydinvoimalaitoksen ympäristössä sijaitsevalta säteilyn mittausasemalta. Ilmoitus aiheutui mittarin teknisestä viasta.

Leningradin ydinvoimalaitoksen laitosalueella ja ympäristössä on yhteensä 26 ulkoisen säteilyn mittausasemaa, joiden mittaustulokset tulevat Suomeen satelliitin välityksellä. Laitosalueen ulkopuolisilta asemilta hälytys tulee samalla tavalla kuin Suomen asemilta suoraan STUKin päivystäjälle.

Seismologian laitoksen ilmoitukset

Seismologian laitos ilmoittaa STUKille seismisistä havainnoista ydinvoimalaitosten tai entisten ydinkoealueiden lähellä. STUK sai huhtikuussa kaksi tällaista ilmoitusta. Ensimmäinen koski seismistä havaintoa Etelä-Intiassa noin 370 km:n etäisyydellä lähimmästä ydinkoealueesta. Toinen koski seismistä havaintoa Severnaja Zemljan alueella, joka sijaitsee 1650 km:n etäisyydellä Novaja Zemljan ydinkoealueesta. Molemmat havainnot olivat voimakkuudeltaan noin 5 Richterin asteikolla. Ilmoitukset eivät aiheuttaneet STUKissa toimenpiteitä.

Tulipalo ydintutkimuslaitoksen alueella Moskovassa

STUK sai 2.5.2006 tiedotusvälineeltä yhteydenoton, joka koski tulipaloa ydintutkimuslaitoksessa Moskovon lähellä. Kurtshatov-instituutin alueella sijaitsee useita rakennuksia ja tutkimuskäytössä

olevia ydinreaktoreita. Alueella sijaitsevassa toimistorakennuksessa paloi tietokone. Palo saatiin sammutettua nopeasti. Paikalle oli varmuuden vuoksi hälytetty 20 sammutusyksikköä. Venäjän viranomaisten mukaan reaktorit eivät olleet vaarassa. STUK sai tapahtuman johdosta tiedustelu- ja tiedotusvälineiltä ja viranomaisilta Suomessa. STUK selvitti tapahtumaa olemalla yhteydessä Venäjän ydinenergiavirastoon Rosatomiin.

Huhu Kuolan 4-yksiköllä tapahtuneesta pikasulusta

Norjan säteilyturvallisuusviranomainen NRPA tiedusteli 19.6.2006 STUKilta Kuolan ydinvoimalaitoksen 4-yksikön tilasta. He olivat saaneet norjalaisilta toimittajilta tiedon 4-yksiköllä sattuneesta pikasulusta, ja halusivat tietää, olisiko STUKilla enemmän tietoa asiasta. Pohjoismaiden välisen sopimuksen mukaan STUK hankkii lisätietoja Kuolan ja Leningradin ydinvoimalaitoksilla sattuneista tapahtumista ja välittää niitä muille Pohjoismaille. Ydinvoimayhtiö Rosenergoatomin verkkosivuilla oli tieto, että 18.6.2006 Kuolan ydinvoimalaitoksen 4-yksiköllä oli tapahtunut tehonpudotus kahden höyrystimen pinnankorkeusmittauksesta tulleen virheilmoituksen takia. Reaktorin pysähtyminen oli tapahtunut ilman poikkeamia. Tapahtumia Suomen lähialueen ydinvoimalaitoksilla kuvataan luvussa 9.

7.3 Muut merkittävät valmiustoimintaan liittyvät asiat

Nordic Manual -asiakirja hyväksyttiin

Pohjoismaiden säteily- ja ydinturvallisuusviranomaiset hyväksyivät kesäkuussa 2006 Nordic Manual -asiakirjan (*Co-operation, Exchange of Information and Assistance Between Nordic Authorities in Nuclear or Radiological Incidents and Emergencies*). Nordic Manual -asiakirjassa kuvataan Pohjoismaiden välistä valmiustoiminnan yhteistyötä, tiedonvaihtoa sekä avunantoasioita niin varautumisessa ydinonnettomuuden tai säteilyvaaran varalta kuin myös yhteistoiminnasta mahdollisen tai todellisen vaaran aikana.

Pakollisten velvoitteiden lisäksi Nordic Manualissa on sovittu ns. naapuriyhteistyöstä. Esimerkiksi ilmoituskynnys Pohjoismaiden välillä on huomattavasti alhaisempi kuin mitä kansainvälisesti tai virallisissa sopimuksissa on sovittu. Pohjoismaat tulevat informoimaan toisiaan aina, kun epäilevät, että vähäinen tapahtuma tai huhu saattaa kiinnostaa myös muita Pohjoismaita. Lisäksi Nordic Manualin liitteet sisältävät laajan yhteenvedon mm. kunkin Pohjoismaan varautumisesta ja suojaustoimenpiteiden strategiasta. Myös yleisölle tiedottamisen periaatteet kussakin maassa on kuvattu asiakirjassa.

8 Tutkimus

Raimo Mustonen

8.1 Valmistuneet hankkeet

STUK tekee yleistajuisen tiivistelmän kaikista julkaisemistaan kansainvälisistä tai kotimaisista alkuperäisjulkaisuista tiedotusvälineiden ja tutkimusaiheista kiinnostuneiden käyttöön. Seuraavassa on lyhyet kuvaukset vuoden 2006 toisen vuosineljänneksen aikana ilmestyneistä alkuperäisjulkaisuista.

But A, Kurtio P, Heinävaara S, Auvinen A. No increase in thyroid cancer among children and adolescents in Finland due to Chernobyl accident. European Journal of Cancer 2006; 42: 1167–1171.

Tshernobylin onnettomuus ei ole suurentanut kilpirauhassyövän riskiä Suomessa lapsilla tai nuorilla. Säteilyturvakeskuksen tutkimuksessa onnettomuushetkellä alle 20 vuoden ikäiset suomalaiset jaettiin kahteen ryhmään Tshernobylin onnettomuudesta johtuvan lasten kilpirauhasten säteilyannosarvion perusteella. Vähemmän altistusta tuli Pohjois-Suomeen ja enemmän Etelä- ja Länsi-Suomeen. Tutkimuksessa selvitettiin kilpirauhassyöpien ilmaantuvuutta näillä kahdella alueella ennen Tshernobylin onnettomuutta (1970–1985) ja onnettomuuden jälkeen (1991–2003). Tiedot kilpirauhassyövästä saatiin Suomen Syöpärekisteristä. Onnettomuuden jälkeistä syöpään sairastumisista seurattiin yli 1,3 miljoonalla suomalaisella ja heillä havaittiin 479 kilpirauhassyöpää. Ennen onnettomuutta kilpirauhassyöpiä todettiin väestömäärään nähden jonkin verran enemmän Pohjois-Suomessa kuin Etelä- ja Länsi-Suomessa. Onnettomuuden jälkeen kilpirauhassyöpä yleisty edelleen vähemmän altistuneessa väestössä, mutta vastaavan suuruista lisäystä ei ilmennyt enemmän altistuneilla. Tulos on ennako-odotusten mukainen, sillä arvioidut säteilyannokset olivat hyvin pieniä. Syitä Pohjois-Suomen suurempiin kilpirauhassyöpäilmaantuvuuksiin ei tiedetä.

Darby S, Hill D, Deo H, Auvinen A, Barros-Dios JM, Baysson H, Bochicchio F, Falk R, Farchi S, Figueiras A, Hakama M, Heid I, Hunter N, Kreienbrock L, Kreuzer M, Lagarde FC, Mäkeläinen I, Muirhead C, Oberaigner W, Pershagen G, Ruosteenoja E, Schaffrath Rosario A, Tirmarche M, Tomásek L, Whitley E, Wichmann H-E, Doll R. Residential radon and lung cancer – detailed results of a collaborative analysis of individual data on 7148 persons with lung cancer and 14 208 persons without lung cancer from 13 epidemiologic studies in Europe. Scandinavian Journal of Work, Environment & Health 2006; 32 Suppl 1: 1–84.

Kotien sisäilman radon lisää keuhkosityövän riskiä erityisesti tupakoijilla. Säteilyturvakeskus, Syöpärekisteri ja Tampereen Yliopisto ovat osallistuneet yhteiseurooppalaiseen tutkimukseen, jonka tulokset vahvistavat käsitystä, että huoneilman radon aiheuttaa keuhkosityöpää. Tutkimuksessa yhdistettiin 13 aikaisemman tutkimuksen aineistot yhdeksästä Euroopan maasta. Kaksi tutkimuksista on tehty Suomessa. Kootussa aineistossa on tiedot yli 7 000 keuhkosityöpään sairastuneen ja 14 000 terveen, samanikäisen henkilön tupakoinnista ja asuntojen radonpitoisuudesta. Suuri aineisto teki mahdolliseksi erottaa radonin ja tupakoinnin vaikutukset toisistaan. Tupakoinnin suurempi merkitys keuhkosityövän syntyyn on aikaisemmissa tutkimuksissa usein peittänyt radonin vaikutuksen. Tupakoimattoman riski saada keuhkosityöpä ennen 75. syntymäpäiväänsä kasvaa 0,5 prosentista 0,7 prosenttiin asunnon huoneilman radonpitoisuuden kasvaessa arvosta 100 becquereliä kuutiometrissä arvoon 400 becquereliä kuutiometrissä. Tupakoitsijan vastaavat luvut ovat 12 ja 16 prosenttia. Toisin sanoen tuhannesta tupakoimattomasta pienen radonpitoisuuden asunnossa asuvasta noin viisi sairastuu keuhkosityöpään, korkeissa radonpitoisuuksissa asuvista

tupakoivista sairastuu keuhkosityöpään noin 160. Tutkijat arvioivat, että radon aiheuttaa noin yhdeksän prosenttia kaikista Euroopan keuhkosityöpäkuolemista ja tupakointi noin 90 prosenttia.

Envall J, Ylianttila L, Moseley H, Coleman A, Durak M, Kärhä P, Ikonen E. Investigation of comparison methods for UVA irradiance responsivity calibration facilities. Metrologia 2006; 43: 27–30.

UV-mittareiden kalibrointikerroin riippuu mittattavasta UV-lähteestä. Tämä vaikeuttaa kalibrointivertailujen tekemistä, koska kalibrointilaboratorioiden erojen lisäksi tuloksiin voivat vaikuttaa myös erilaisista kalibrointitavoista johtuvat erot. Julkaisussa esitetään menetelmä, jossa erilaisten kalibrointitapojen erot otetaan huomioon. Kukin kalibrointilaboratorio kertoo kalibrointimenetelmän ja kalibrointilähteen spektrin, jolloin mittarin ominaisuuksien aiheuttamat erot kalibrointikertoimessa voidaan ottaa huomioon. Menetelmää testattiin TKK:n mittaustekniikan laboratorion vetämässä pilottivertailussa, johon osallistuivat STUK, Dundeen yliopisto (UK), Guy's and St Thomas' sairaala (UK) ja TUBITEK-UME (Turkki). Kukin osallistuja kalibroi UV-A mittarin normaalisti käyttämällään kalibrointitavalla. Kalibrointituloksena ilmoitettiin kalibrointikerroin sekä kalibrointitapa ja kalibrointilähteen geometria ja spektri. Kaikilla vertailuun osallistuneilla laboratorioilla ero vertailun referenssiin oli alle 5 %. Tämä on huomattava parannus aikaisempiin vertailuihin verrattuna, joissa erot ovat yleensä olleet kymmeniä prosentteja.

Hakanen A, Siiskonen T, Pöllänen R, Kosunen A, Turunen A, Belyakov O. Design, spectrum measurements and simulations for a ^{238}Pu alpha-particle irradiator for bystander effect and genomic instability experiments. Applied Radiation and Isotopes 2006; 64: 864–867.

Julkaistu on raportti ^{238}Pu α -aktiiviseen isotooppiin perustuvasta biologisten (iho) näytteiden säteilytyslaitteesta, joka on rakennettu STUKissa osana säteilybiologisen naapurisoluvaiikutuksen ja perimän epävakauden tutkimusta. Lähteen energiaspektri mitattiin spektrometrilla tyhjiössä ja simuloitiin STUKissa kehitetyllä AASI Monte Carlo -koodilla. Näin voitiin varmistaa lähteen valmistajan antamat lähteen ominaisuudet.

Simulaatiokoodin avulla voitiin lisäksi mallintaa lähteen (laitteen) energiaspektri todellisissa säteilyolosuhteissa, joissa lähteen ja laitteen ikunan välissä on säteilytysetaisyydestä riippuva matka He-kaasua tasapainossa ympäröivän ilman paineen ja lämpötilan kanssa. α -hiukkasten keskimääräinen energia ja energiaspektrin puoliarvoisuus laskettiin kolmelle säteilytysetaisyydelle.

Ikäheimonen T, Klemola S, Vesterbacka P. Towards quality excellence in radiochemical laboratories at STUK, Finland. In: Povinec PP, Sanchez-Cabeza JA (eds): Radionuclides in the Environment, Volume 8. Elsevier Ltd.; 2006. p. 629–639.

Julkaisussa tarkastellaan radiokemiallisten ja gammaspektrometrusten analyysien laadunvarmistuksen käytäntöjä yleisesti sekä erityisesti STUKin akkreditoitujen menetelmien kehittämisessä saatujen kokemusten kannalta. Nykyaikaisen, yhteisen laatujärjestelmän kehittäminen aloitettiin STUKissa vuonna 1997. Jatkuvan parantamisen periaatetta sovelletaan vuosittaisilla itsearvioinneilla sekä sisäisillä ja ulkoisilla auditoinneilla. Keskeisimmät analyysimenetelmät akkreditoitiin vuonna 1999. Yksi tärkeimpiä laadunhallinnan osia on henkilökunnan pätevyys. Ammattitaidon kehittymisen askelia ovat huolellinen perehdyttäminen tehtäviin, työssä tapahtuva jatkuva kokemuksen hankkiminen sekä säännöllinen osallistuminen koulutukseen. Analyysimenetelmiin ja niiden tuloksiin vaikuttavien fysikaalisten ja kemiallisten prosessien ymmärtäminen on ehdoton vaatimus korkean laadun saavuttamiseksi. Artikkelissa kuvataan myös tilojen ja laitteistojen seurannan menetelmiä. Erittäin pienten aktiivisuuksien analysoiminen edellyttää paitsi erikoismenetelmiä ja -tiloja niin myös erityistä huolellisuutta ristiinkontaminoitumisen ehkäisemiseksi. Laatujärjestelmän kehittäminen on korostanut analyysitulosten kokonaispätevyyden määrittämisen tärkeyttä. Epävarmuuden arviointi edellyttää analyysin kaikkiin vaiheisiin liittyvien virhe- ja epävarmuuslähteiden tarkastelua. Radiometristen menetelmien validointi ja laadunvarmistus tehdään hyvin usein osallistumalla laboratorioiden välisiin vertailumittauksiin ja järjestettäviin pätevyystesteihin. Näitä ei kuitenkaan ole saatavilla kaikkiin tarpeisiin kuten esimerkiksi joidenkin luonnon radionuklidien analyysiin vedestä.

Kamenopoulou V, van Dijk JWE, Ambrosi P, Bolognese-Milsztajn T, Castellani CM, Curri van L, Falk R, Fantuzzi E, Figel M, Garcia Alves GA, Ginjaume M, Janzekovic H, Kluszczyński D, Lopez MA, Luszik-Bhadra M, Olko P, Roed H, Stadtmann H, Vanhavere F, Vartiainen E, Wahl W, Weeks A, Wernli Ch. *Aspects of harmonisation of individual monitoring for external radiation in Europe: Conclusions of a EURADOS action. Radiation Protection Dosimetry* 2006; 118 (2): 139–143.

EURADOSin (European Radiation Dosimetry Group) koordinoiman työryhmän tavoitteena on ollut harmonisoida työntekijöiden annosmittauksia Euroopassa. Artikkelissa esitetään tiivistetty yhteenveto harmonisointia koskevasta selvityksestä ja erityisesti henkilöannosmittauksia koskevista standardeista, ulkoisen ja sisäisen altistuksen arvioinnista, uusista mittausmenetelmistä (mm. elektroniset henkilöannosmittarit) ja mittausmenetelmien luotettavuudesta. Tämän työn tulokset on julkaistu kokonaisuudessaan *Radiation Protection Dosimetry* -lehden numerossa Vol 112, No 1.

Kortesniemi M, Kiljunen T, Kangasmäki A. *Radiation exposure in body computed tomography examinations of trauma patients. Physics in Medicine and Biology* 2006; 51: 3269–3282.

Monileike tietokonetomografiaa (TT) käytetään paljon monivamma (trauma) potilaiden tutkimuksissa johtuen kyseisen kuvantamistekniikan nopeudesta, korkeasta resoluutiosta ja ominaisuudesta tuottaa runsaasti diagnostista informaatiota suurelta kuvausalueelta. Työn tarkoituksena oli kerätä traumapotilaille tehtyjen kokokehon monileike TT-tutkimusten kuvausarvoja, laskea fysiikaaliset potilasannokset (CTDIvol, DLPw) ja verrata annoksia kuvauslaitteen omaan annosnäyttöön. Lisäksi laskettiin fysiikaaliset ja efektiiviset potilasannokset käyttäen potilaan koon huomioon ottavia muuntokertoimia, jotka määritettiin erikseen keuhkojen ja vatsan alueille potilaiden keskimääräisten poikkipinta-alojen ja HU-arvojen avulla. Näin määritettyjä potilasannoksia verrattiin perinteisellä tavalla standardigeometriaa käyttäen määritettyihin potilasannoksiin. Keskimääräiset CTDIvol, DLPw ja efektiiviset annokset olivat 15,2 mGy, 431 mGycm ja 6,5 mSv keuhkojen alu-

eella ja 18,5 mGy, 893 mGycm ja 14,8 mSv vatsan alueella. Potilaan koko huomioon ottaen lasketut potilasannokset olivat keuhkojen ja vatsan alueella 34 % ja 9 % korkeampia kuin perinteisellä tavalla määritetyt annokset. Potilaan koon käyttö annosmäärittelyssä todettiin erityisen hyödylliseksi lapsilla ja pienikokoisilla aikuisilla.

Kurtio P, Harmoinen A, Saha H, Auvinen A, Karpas Z, Salonen L, Komulainen H. *Kidney toxicity of ingested uranium from drinking water. American Journal of Kidney Diseases* 2006; 47 (6): 972–982.

Verrattain korkea altistuminen porakaivoveden uraanille ei ole aiheuttanut vakavia vaurioita ihmisten munuaisille. Näin todettiin suomalaisessa tutkimuksessa, missä uraanialtistuminen määritettiin juomavedestä, virtsasta, hiuksista sekä varpaankynsistä. Tutkimukseen osallistui 95 miestä ja 98 naista, jotka olivat käyttäneet porakaivovettä keskimäärin 16 vuotta. Munuaisten toimintaa ja soluvaurioita kuvaavia tekijöitä mitattiin tutkimushenkilöiden virtsasta ja verestä ja näitä tuloksia verrattiin uraanialtistumiseen. Analyysissä otettiin huomioon ikä, sukupuoli, tupakointi, painoindeksi ja kipulääkkeiden käyttö. Yli puolet tutkimushenkilöiden käyttämistä porakaivovesistä ylitti Maailman terveysjärjestön (WHO) asettaman uraanipitoisuuden ohjearvon 15 mikrogrammaa litrassa. Tutkituista munuaismyrkyllisyyttä kuvaavista muuttujista yksikään ei ollut tilastollisesti merkitsevästi yhteydessä virtsan uraanipitoisuuteen. Uraanialtistuminen oli kuitenkin yhteydessä verenpaineen nousuun ja kokonaisuraaniannos näytti lisäävän glukoosin erittymistä virtsaan. Suomessa tehdyt tutkimukset, jotka selvittävät väestön uraanialtistumista ja uraanin terveyshaittoja, ovat maailmassa ainutlaatuisia. Etenkin eteläisen Suomen graniittialueiden porakaivovesistä on mitattu erittäin korkeita uraanipitoisuuksia. Ne johtuvat luonnon uraanirikkaita mineraaleista ja veden ominaisuuksista, jotka lisäävät uraanin liukoisuutta veteen. Tavallisten rengaskaivojen ja vesilaitosten vesien uraanipitoisuudet ovat sen sijaan useimmiten hyvin pieniä. Hanke toteutettiin Säteilyturvakeskuksen, Tampereen yliopistollisen sairaalan, Tampereen yliopiston, Kansanterveyslaitoksen ja israelilaisen Negevin Säteilytutkimuskeskuksen yhteistyönä.

Lahkola A, Tokola K, Auvinen A. *Meta-analysis of mobile phone use and intracranial tumors. Scandinavian Journal of Work, Environment & Health* 2006; 32 (2): 171–177.

Tutkimuksen tarkoituksena oli yhdistää aivokasvainten ja matkapuhelimien käytön yhteydestä julkaistujen epidemiologisten tutkimusten tulokset ja muodostaa näin kokonaisarvio matkapuhelimien käytön aiheuttamasta aivokasvainriskistä. Tutkimuksen menetelmänä käytettiin meta-analyysiä. Mukaan otettavia tutkimuksia oli yhteensä 12, ja ne oli julkaistu vuosien 1999 ja 2005 välisenä aikana. Yhdistetyt estimaatit määritettiin sekä kaikille aivokasvaimille yhteensä että eri kasvaintyypeille erikseen. Näiden lisäksi yhdistetyt estimaatit määritettiin erikseen myös kasvaimen sijainnin, tutkimuksen tyyppin (väestöpohjainen/sairaalapohjainen) ja puhelinverkon tyyppin (NMT/GSM) perusteella. Yhdistettyjen tutkimuksien samankaltaisuutta (= yhdistämiskelpoisuutta) arvioitiin heterogeenisyysanalyysillä ja meta-analyysin herkkyyttä sensitiivisyysanalyysillä. Tutkimuksen tulokset osoittavat, että matkapuhelimen käytöllä ei näyttäisi olevan yhteyttä aivokasvainten riskiin yleisellä tasolla. Matkapuhelimen käytön ei havaittu myöskään olevan yhteydessä aivokasvaimiin eri kasvaintyyppien, kasvaimen sijainnin, puhelinverkon tyyppin tai muiden tekijöiden mukaan tehdyissä tarkasteluissa. Tutkimuksen heikkoutena voidaan kuitenkin pitää lyhyttä altistumisaikaa, sillä yhdistetyissä tutkimuksissa oli mukana melko vähän pitkäaikaista (esim. yli 10 v.) matkapuhelinta käyttäneitä henkilöitä.

Li WB, Salonen L, Muikku M, Wahl W, Höllriegl V, Oeh U, Roth P, Rahola T. *Internal dose assessment of natural uranium from drinking water based on biokinetic modeling and individual bioassay monitoring: A study of a Finnish family. Health Physics* 2006; 90 (6): 533–543.

Julkaistussa tutkimuksessa arvioitiin metabolisten mallien avulla uraanipitoista porakaivovettä talousvetenä käyttävän suomalaisperheen neljän jäsenen virtsan uraanipitoisuus. Lasketut arvot perustuivat perheenjäsenten ilmoittamaan juomaveden kulutukseen sekä mitattuun juomaveden uraanipitoisuuteen. Tuloksia verrattiin mitattuihin virtsan uraanipitoisuuksiin. Veden uraanipitoisuus määritettiin radiokemiallisen erotuksen jälkeen alfaspektrometrin menetelmin. Virtsan

uraanipitoisuus määritettiin massaspektrometrisesti (ICP-MS). Mallinnuksessa otettiin huomioon haastattelujen avulla selvitetty perheenjäsenten asumishistoria. Mallinnettaessa uraanin käyttäytymistä ja erittymistä käytettiin ICRP:n biokineettista lokeromallia ja ikäriippuvaisia siirtymisnopeuksia. Arvioitaessa absorboituneita annoksia, elinten ekvivalenttiannoksia sekä efektiivisiä annoksia spesifinen efektiivinen energia (SEE) laskettiin SEECAL-ohjelman avulla. Mallintamalla saadut virtsan uraanipitoisuudet olivat yleensä suurempia kuin mitatut arvot. Syynä tähän voi olla epätasallisuudet juomaveden kulutusarvioissa sekä se, ettei ICRP:n mallissa oteta huomioon uraanin erittymistä hiusten tai kynsien kautta.

Manninen P, Hovila J, Seppälä L, Kärhä P, Ylianttila L, Ikonen E. *Determination of distance offsets of diffusers for accurate radiometric measurements. Metrologia* 2006; 43: 120–124.

Artikkelissa kuvataan menetelmä diffuuserien referenssitason määrittämiseksi. Menetelmässä kalibrointilampun irradianssi mitataan usealla etäisyydellä. Pistelähteen irradianssi pienenee etäisyyden neliössä, jolloin usealla etäisyydellä tehdyistä mittauksista voidaan määrittää diffuuserien efektiivinen referenssitaso. Ensimmäiseksi määritetään käytetyn lampun referenssitaso mitaamalla lampun signaali trap-detektorilla, jonka apertuuri määrittää tarkasti detektorin referenssitason. Kun lampun referenssitaso on tunnettu, määritetään Teflon-diffuuserien referenssitaso samalla tavalla. Yleisesti diffuuserien referenssitason oletetaan sijaitsevan diffuuserin pinnassa. Mittauksissa kuitenkin havaittiin, että referenssitaso voi sijaita huomattavan syvällä diffuuserin sisällä (useita millimetrejä). Myös säteilyn aallonpituus vaikutti referenssitason paikkaan.

Mattila J, Kankaanpää H, Ilus E. *Estimation of recent sediment accumulation rates in the Baltic Sea using artificial radionuclides ¹³⁷Cs and ^{239,240}Pu as time markers. Boreal Environmental Research* 2006; 11: 95–107.

Laajassa tutkimuksessa arvioitiin Itämeren pohjakerrostumien eli pohjasedimenttien kertymänopeus 69 tutkimuspaikalle, jotka sijaitsivat eri puolilla Itämeren. Kertymänopeudet arvioitiin ajoittamalla tutkimuspaikkojen sedimenttikerrokset ¹³⁷Cs- ja ^{239,240}Pu-aktiivisuuspitoisuuksien avulla.

Sedimenttikerrosten suurimmat ^{137}Cs -pitoisuudet olivat Tshernobylin onnettomuusvuodelta 1986 ja suurimmat $^{239,240}\text{Pu}$ -pitoisuudet vuodelta 1963, jolloin ydinkokeista aiheutunut globaalilaskeuma oli Itämeren alueella suurinta. Tutkimuspaikkojen kertymänopeudet vaihtelivat välillä 60–6160 $\text{g m}^{-2} \text{a}^{-1}$. Kertymänopeudet olivat suurimmat Selkämeren pohjoisosissa, jokisuiden edustoilla sekä Suomenlahden itäosissa. Keskimääräiset kertymänopeudet olivat Selkämeren tutkimuspaikoilla noin kaksi kertaa suuremmat kuin Suomenlahdella ja Perämerellä ja noin seitsemän kertaa suuremmat kuin varsinaisella Itämerellä. Kertymänopeudet korreloivat voimakkaasti sedimentin ^{137}Cs -kokonaismäärien kanssa. Tutkimuksessa arvioitiin myös sedimentin ajoitusmenetelmien käyttökelpoisuutta. Itämerellä näiden ajoitusmenetelmien käyttöä voivat rajoittaa esimerkiksi pohjien epävakaa sedimentaatio-olosuhteet.

Pöyry P, Zanca F, Bosmans H. Experimental investigation of the necessity for extra flat field corrections in quality control of digital mammography. International Workshop on Digital Mammography, 18–21 June 2006, Manchester, England. In: Astley S. et al. (eds.). IWDM 2006, LNCS 4046. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag; 2006. pp. 475–481.

Työssä tarkasteltiin pitäisikö digitaalisen mammografian laadunvalvontamittauksissa käyttää kentän tasaisuuskorjausta ja mitkä ovat vaatimukset tällaiselle korjaukselle. Mittaukset tehtiin kahdella eri suoradigitaali- (DR) ja yhdellä kuva-levylaitteella (CR). Yhden vakiona pysyvän kentän tasaukorkorjauksen käyttöä kaikissa kuvaustilanteissa (DR) ja tasaisuuskorjauksen puuttumisen (CR) vaikutusta tutkittiin käyttäen PMMA levyjä. Yhden korjauksen käyttö tasoittaa suurimpia vaihteluita mutta laadunvarmistus tarkoituksiin ylimääräisen korjauskuvan käyttö ei ole yleensä tarpeellista. Samalla geometrialla ja säteilylaadulla tehdyt toistomittaukset osoittivat, että itse asiassa vaihtelut eri säteilytysten välillä ovat suurempia kuin vaihtelut kentän keskialueella. Siksi esim. kontrasti-kohina-mittauksissa, taustamittaus on syytä tehdä mieluummin samasta kuvasta lähellä signaalin mittausta paikka kuin erillisestä kuvasta. Jos ylimääräinen tasaisuuskorjaus halutaan jossain tapauksessa tehdä, pitäisi säteilyntuotto asettaa manuaalisesti ja käyttää samalla mittauskerralla, säteilylaadulla ja mittausteoriassa

saatua kuvaa. Minkä tahansa aikavälin jälkeen otetun kuvan käyttöä tähän tarkoitukseen tulisi välttää.

Seppänen J, Heinävaara S, Anttila A, Sarkeala T, Virkkunen H, Hakulinen T. Effects of different phases of an invitation screening program on breast cancer incidence. International Journal of Cancer 2006; 119: 920–924.

Kansanterveysasetuksen mukaisesti kuntien on kutsuttava 50–59-vuotiaat naiset ilmaiseen, järjestettyyn rintasyöpäseulontaan joka toinen vuosi; 60–69-vuotiaiden naisten kutsuminen on vapaaehtoista. Tutkimuksessa tarkastellaan seulontaohjelman vaikutusta rintasyövän ilmaantuvuuteen huomioimalla samalla myös naisen ikä sekä syövän levinneisyys. Se perustuu Suomen syöpärekisterin ja Joukkotarkastusrekisterin aineistoihin, joiden perusteella tiedetään 50–74-vuotiaiden naisten toteutunut rintasyövän seulontaohjelma 267 Suomen kunnassa sekä näissä ikäluokissa ja kunnassa diagnosoidut rintasyövät vuosina 1987–2001. Seulontaohjelmaan osallistuneilla havaittiin paikallinen rintasyöpä parhaiten seulontavuosina ja huonoiten seulonnan väli vuosina seulomattomiin verrattuna. Paikallinen rintasyöpä löytyi parhaiten ensimmäisen seulonnan yhteydessä. Levinneitä rintasyöpiä seulontaohjelmaan osallistuneilla löytyi seulomattomia enemmän vain ensimmäisen seulonnan yhteydessä. Seulontaohjelman jälkeisen rintasyövän ilmaantuvuuden odotettiin olevan seulotuilla pienempi kuin seulomattomilla. Tämä ns. seulonnan suojavaikutus havaittiin vain levinneisiin syöpiin sairastuneilla 60–69-vuotiailla naisilla, muttei paikallisiin rintasyöpiin sairastuneilla. Rintasyövän seulonta lisää paikallisten rintasyöpien kumulatiivista ilmaantuvuutta 5,2 %, kun seulontaohjelma kattaa 50–59-vuotiaat naiset, ja 28,0 %, kun seulontaohjelma kattaa 50–69-vuotiaat naiset. Vastaavat vähennykset levinneiden rintasyöpien kumulatiivisissa ilmaantuvuuksissa ovat 19,8 % ja 20,9 %.

8.2 Ilmestyneet artikkelit ja raportit

Vuoden 2006 toisen neljänneksen aikana ilmestyneet STUKin tutkimustoimintaan liittyvät julkaisut ja raportit löytyvät STUKin verkkosivuilta osoitteesta www.stuk.fi/julkaisut_maaraykset/fi_FI (Kansainväliset julkaisut, Proceedings-julkaisut ja Tutkimusjulkaisut).

9 Lähialueen ydinvoimalaitokset

Heikki Reponen

Suomen ja Venäjän välisen tietojenvaihtosopimuksen perusteella STUK saa viipymättä tiedon kaikista turvallisuuteen vaikuttavista merkittävistä tapahtumista Suomen lähialueella sijaitsevilta Leningradin ja Kuolan ydinvoimalaitoksilta. Tämän lisäksi Venäjän turvallisuusviranomaisen Rostekhnadzorin paikallistarkastajat näiltä laitoksilta vierailevat puolivuositain STUKissa raportoimassa käyttötapahtumista. Vierailut toteutetaan ulkoasiainministeriön rahoittaman lähialueyhteistyön puitteissa ja niissä käsitellään laajasti Leningradin ja Kuolan laitosten käyttöä ja turvallisuusvalvontaa koskevia asioita. Käytäntö pitää suomalaiset asiantuntijat selvillä lähiydinvoimalaitosten turvallisuuden kehittymisestä ja antaa taustatietoa turvallisuusyhteistyön suuntaamiseen.

Ohessa esitettävät tiedot laitostapahtumista vuoden 2006 toiselta neljännekseltä on koottu eri lähteistä. Mikään tapahtuma ei vaarantanut laitossyksiköiden turvallisuutta eikä yltänyt kansainvälisen INES-asteikon piiriin.

Muilta osin ulkoasiainministeriön rahoituksella tehtävää lähialueyhteistyötä Venäjän ydinturvallisuuden parantamiseksi esitellään STUKin verkkosivuilla (www.stuk.fi/ydinturvallisuus/lahialueyhteisty/).

Leningradin ydinvoimalaitos

Leningradin ydinvoimalaitoksen kakkosyksiköllä jatkui koko raportointijakson ajan laaja, käyttöiän jatkamiseen tähtäävä modernisointiseisokki, jonka arvioidaan päättyvän syyskuun lopulla.

Leningradin laitossyksiköt yksi, kolme ja neljä olivat huhtikuun sähköntuotannossa täydellä teholla ilman häiriöitä. Toukokuun alusta ykkösyksikkö pysäytettiin kuuden viikon vuosihuoltoseisokkiin. Ykkösyksikön käynnistyttyä 13.6.2006 kolmosyksikkö pysäytettiin 20.6.2006 ja sillä aloi-

tettiin heinäkuun puoliväliin ulottuva vuosihuoltoseisokki 24.6.2006. Nelosyksikön huolto ajoittuu syksyyn. Näiden kolmen laitossyksikön tuotanto oli häiriötöntä lukuun ottamatta verkko-operaattorin asettamia vähäisiä rajoituksia ja lyhyitä lauhdutinvuotokorjauksia.

Leningradin ydinvoimalaitoksella järjestettiin 24.5.2006 suunnitelmien mukainen laaja onnettomuusvalmiusharjoitus. Skenaariona oli säteilyonnettomuus kolmosyksiköllä. Harjoitukseen sisältyi mm. seuraavia toimintoja: onnettomuuden seurausten minimointi, yhteydenpito eri osallistujien kesken, päästöjen seuranta, dekontaminointi, yleisen järjestyksen valvonta, liikkuva ruuanjakelupiste sekä laitoksen henkilökunnan ja kaupungin asukkaiden evakuoitiharjoitus.

Sosnovyi Borissa järjestettiin 17.5.2006 ydinenergiavirasto Rosatomin johtajan Kirijenkon johdolla korkean tason kokous, joka liittyi suunnitelmissa oleviin uusiin reaktoreihin. Uusi rakennuspaikka on tutkimuslaitos NITI:n alueella. Nyt suunnitellusta uudesta reaktorityypistä käytetään nimitystä AES-2006, joka on VVER-1000:sta kasvatettu 1200 megawatin painevesireaktori. Kirijenkon mukaan rakentamistöiden on määrä alkaa vuonna 2007.

Venäjän ydinturvallisuusvalvontaviranomainen Rostekhnadzor järjesti Leningradin laitoksella toukokuun lopulla laajan turvallisuustarkastuksen, jossa käytiin läpi laitoksen käyttötoimintaa.

Kuolan ydinvoimalaitos

Kuolan voimalaitoksen tuotanto jatkui rajoitettuna 1100 MW tehoon, jota laskettiin kesäkuun puolivälissä edelleen 880 megawattiin. Kolmosyksiköllä 9.3.2006 alkanut suunnitelman mukainen 40 vuorokauden pituinen polttoaineenvaihto- ja huoltoseisokki päättyi 14.4.2006. Nelosyksiköllä alkoi 17.4.2006 laaja huoltoseisokki, johon sisältyy reaktori-

torin tyhjentäminen ja tarkastaminen. Tämä seisokki päättyi 13.6.2006. Ykkösyksikön vuosihoolto alkoi 16.6.2006 jatkuakseen heinäkuun lopulle. Kakkösyksikön hoolto on ajoitettu elo-syyskuulle.

Nelosyksiköllä tapahtui 18.6.2006 pikasulku kahden höyrytimen pinnankorkeuden laskusta. Syyksi todettiin rajoittimen virhetoiminto. Yksikkö liitettiin takaisin verkkoon 21.6.2006.

Uuden nestemäisten radioaktiivisten jätteiden käsittelylaitoksen koekäyttö aloitettiin 30.6.2006. Täydellä teholla toimiessaan laitos saavuttaa käsittelykapasiteetin 500 litraa nestemäistä jätettä tunnissa.

8.–10.6.2006 Kuolan laitoksella järjestettiin terrorisminvastaista toimintaa käsitellyt kokous, johon osallistuivat voimayhtiökonserni Rosenergo-atomien pääkonttorin ja kaikkien Venäjän ydinvoimalaitosten edustajien lisäksi myös ydinenergia- virasto Rosatom ja turvallisuuspalvelu FSB:n edustajia.

Hätätilaministeriön Paloturvallisuusvalvontaviranomaisen tarkastuskomitea tarkasti kesäkuun lopulla kokonaisuudessaan Kuolan laitoksen paloturvallisuusjärjestelyt. Pääpiirteissään asiat olivat kunnossa, vähäiset huomautukset koskivat yksityiskohtia.

LIITE 1

YLEISTIEDOT SUOMEN YDINVOIMALAITOKSISTA



Kuva: Fortum Power and Heat Oy

Laitos- yksikkö	Käynnistys	Kaupallinen käyttö	Nimellissähköteho, (brutto/netto, MW)	Tyyppi, toimittaja
Loviisa 1	8.2.1977	9.5.1977	510/488	Painevesireaktori (PWR), Atomenergoexport
Loviisa 2	4.11.1980	5.1.1981	510/488	Painevesireaktori (PWR), Atomenergoexport



Kuva: Teollisuuden Voima Oy

Laitos- yksikkö	Käynnistys	Kaupallinen käyttö	Nimellissähköteho, (brutto/netto, MW)	Tyyppi, toimittaja
Olkiluoto 1	2.9.1978	10.10.1979	870/840	Kiehutusvesireaktori (BWR), Asea Atom
Olkiluoto 2	18.2.1980	1.7.1982	890/860	Kiehutusvesireaktori (BWR), Asea Atom
Olkiluoto 3	Rakentamislupa myönnetty 17.2.2005		n. 1600 (netto)	Painevesireaktori (PWR), Framatome ANP – Siemens AG

Fortum Power and Heat Oy omistaa Loviisassa sijaitsevat Loviisa 1 ja 2 -laitosyksiköt ja Teollisuuden Voima Oy Eurajoen Olkiluodossa sijaitsevat Olkiluoto 1 ja 2 -laitosyksiköt sekä rakenteilla olevan Olkiluoto 3 -laitosyksikön.

LIITE 2

VALTAKUNNALLINEN YMPÄRISTÖN SÄTEILYVALVONTA STUKISSA

Valtakunnallinen ympäristön säteilyvalvonta sisältää seuraavassa taulukossa esitettävät toiminnot. Valvontatulokset raportoidaan vuosittain seuraavan vuoden alkupuoliskolla suomeksi, ruotsiksi ja englanniksi yhdessä muiden säteilyvalvontaa

toteuttavien laitosten tulosten kanssa. Tulokset viedään niiden valmistuttua STUKin [www-sivuille](http://www.stuk.fi), jossa esitetään myös lisätuloksia mm. elintarvikkeiden aktiivisuuksista.

Valvontakohde	Valvontapaikat	Mitataan	Frekvenssit
Ulkoisen säteily	n. 290 automaattiasemaa	Annosnopeus, $\mu\text{Sv/h}$	Jatkuva
Ilman radioaktiivisuus	Helsinki, Kotka, Imatra, Kuopio, Rovaniemi, Kajaani, Sodankylä, Ivalo (8 paikkaa)	Gammasäteilijät	1–7 näytettä viikossa
Ulkoilman kokonaisbeeta-aktiivisuus	Ilmatieteen laitos toteuttaa		
Laskeuman radioaktiivisuus	Helsinki, Kotka, Imatra, Kuopio, Rovaniemi, Kajaani, Sodankylä, Ivalo (8 paikkaa)	Gammasäteilijät, Sr-90	1 näyte kuukaudessa
Pintaveden aktiivisuus	Kymijoki, Oulujoki, Kemijoki	Gammasäteilijät	4 näytettä vuodessa
Juomaveden aktiivisuus	Helsinki, Turku, Tampere, Oulu, Rovaniemi	H-3, Sr-90, gammasäteilijät	2 näytettä vuodessa
Maidon aktiivisuus	Riihimäki, Joensuu, Jyväskylä, Seinäjoki, Rovaniemi (meijerit)	Gammasäteilijät, Sr-90	1 näyte viikossa
Elintarvikkeiden aktiivisuus	Helsinki, Tampere, Rovaniemi (keskussairaalat+erityiselintarvikkeet ¹⁾)	Gammasäteilijät, Sr-90	2 näytettä vuodessa + erityiselintarvikkeet
Ihmisen aktiivisuus	Helsinki, Tampere, Rovaniemi	Gammasäteilijät	Kerran vuodessa
Itämeren radioaktiivisuus ²⁾	Useita valvontapaikkoja ja mitattavia kohteita		

1) Vuonna 2002 tehdyn sidosryhmäkyselyn tuloksena lisätään valvontaohjelmaan näillä kolmella paikkakunnalla tehtävät kaupan olevien erityiselintarvikkeiden radioaktiivisuusmittaukset.

2) Yhteenveto Itämeren suojelusopimuksen edellyttämän valvonnan tuloksista (HELCOM/MORS).